PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 14. | 15. April 1903. | 4. Jahrgang.
Redaktionsschluss für No. 15 am 23. April 1903.

INHALT.

Originalmitteilungen:
J. Borgmann, Über Bewegungen im verdünnten Raum rings um einen Draht, welcher an einen Induktorpol angeschlossen ist. S. 401.
A. Batschinski u. V. Gabritschewski, Die sprechende Petroleumlampe. S. 403.
A. Bock, Zur optischen Resonanz. II. III. S. 404.
W. Ritz, Zur Theorie der Serienspektren. S. 406.
B. L. Newkirk, Die Frage der stationären Meteorradianten. S. 408.
A. Voller, Zur Frage der Mitwirkung der Erdoberfläche bei der Fortpflanzung elektrischer Wellen. S. 410.
Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Kasan:
No. 5: D. A. Goldhammer, Über die Strahlenfilter für das ultraviolette Licht. S. 413.
Mitteilungen aus dem physikalisch-mechanischen Institut von Prof. Dr. M. Th. Edelmann.
No. 4: M. Th. Edelmann: Vorlesungsapparat zur Demonstration der Gleichzeitigkeit von freiem Fall und Schwingungsdauer eines Pendels. S. 415.
O. Dony-Hénault, Über die photographische Aktivität von mit Ozon behandelten Körpern. S. 416.
Besprechungen:
J. Rheinberg, Die allgemeinen Grundlagen der Theorien des mikroskopischen Sehens. S. 418.
V. Grünberg, Zur Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung. S. 418.
H. Greinacher, Einführung in die Theorie der Doppelbrechung. S. 419.
A. Kirschmann, Die Dimensionen des Raumes. S. 419.
H. M. Macdonald, Elektrische Wellen. S. 422.
P. Blaschke, Wörterbuch der Elektrotechnik in drei Sprachen. S. 424.
Personalien. S. 424.
Tagesereignisse. S. 424.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über Bewegungen im verdünnten Raum rings um einen Draht, welcher an einen Induktorpol angeschlossen ist.

Von J. Borgmann.

Ich habe schon in dieser Zeitschrift[1]) jene bemerkenswerten und schönen Lichterscheinungen beschrieben, welche man in bis auf wenige Millimeter Gasdruck evakuierten Röhren beobachtet, wenn in der Richtung der Längsachse des Rohres ein dünner Platindraht eingelötet ist, der an einen Pol des Induktors angeschlossen ist, während beide Induktorpole durch eine Funkenstrecke miteinander verbunden sind.

1) Diese Zeitschrift **2**, 659, 1901; **3**, 433, 565, 1902.

Ich erlaube mir eine Autotypie (Fig. 1) nach einer photographischen Aufnahme der hellen violettfarbenen Linsen, welche man bei einem Luftdruck von 8 mm beobachtet, wenn der Draht mit dem positiven Pol des Induktors verbunden wird, meiner Mitteilung beizulegen. (Die Exposition war 5 Min.) Der dunkle Streifen rechts auf dem Bilde ist ein schmaler Papierstreifen, welcher auf das Rohr aufgeklebt war, um als Ausgangspunkt beim Zählen der Linsen zu dienen.

Da ich zur Zeit die Ursachen des Entstehens der von mir beobachteten Erscheinungen zu ergründen suche, führte ich in das Rohr ein sehr feines Pulver ein, um meine Voraussetzung dass die leuchtenden Linsen jene Stellen des Raumes darstellen, an welchen die positiven und negativen Ionen sich vereinigen, während

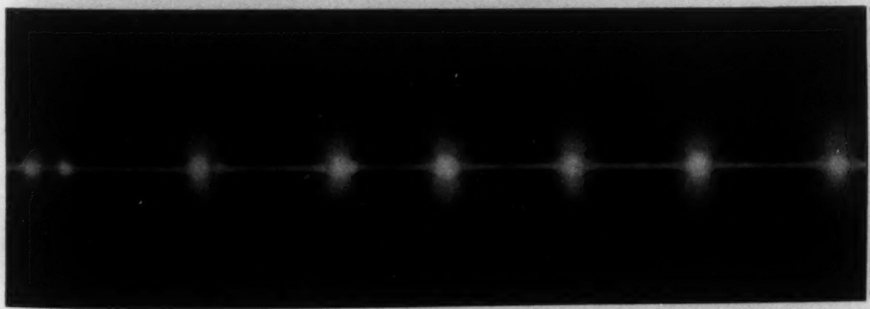


Fig. 1.

Fig. 2.

die dunkleren Zwischenräume der freien Bewegung der Ionen entsprechen, zu prüfen. (Die Versuche haben gezeigt, dass zu diesem Zwecke das feine Schwefelpulver oder ein Gemisch von Schwefel und Mennig, wie es zu den Lichtenbergschen Versuchen gebraucht wird, besonders geeignet ist.) Die Versuche führten zu höchst bemerkenswerten Resultaten.

Ist das Rohr bis auf etwa 150 mm Druck evakuiert, wobei der mit dem positiven Induktorpol verbundene Draht sich mit ziemlich eng verteilten leuchtenden Sektoren bedeckt, so kommt das Pulver im Rohre sofort in Bewegung. Nach sehr kurzer Zeit ordnet es sich und bildet parallel zu einander und perpendikulär zur Längsachse des Rohres gerichtete Schichten. Die Zwischenräume zwischen den Schichten entsprechen der Lage nach den leuchtenden Sektoren. Fig. 2 ist eine Autotypie nach einer photographischen Aufnahme dieser Erscheinung. Kommutiert man den primären Strom des Induktors, so dass der Draht im Rohre mit dem negativen Induktorpole in Verbindung steht, so entstehen im Rohre keine Sektoren, sondern nur ein gleichmässiges nebeliges Leuchten, welches cylinderartig den Draht umringt, und das Pulver bildet keine Schichten.

Bei stärkerem Auspumpen (bei 10 mm Druck und weniger), wenn der an den positiven Induktorpol angeschlossene Draht sich mit gut ausgebildeten und ruhigen Linsen bedeckt, teilt sich das Pulver nicht mehr in Schichten, sondern man beobachtet im Rohre eine ganz eigenartige Erscheinung. Beleuchtet man das Rohr (am besten mit einer elektrischen Laterne) so kann man im Rohr das Entstehen (von unten) besonderer Staubfiguren beobachten. Diese Figuren vergrössern sich allmählich und nehmen nach einiger Zeit das ganze Innere des Rohres ein. Jede Staubfigur ist ein Rotationskörper, welcher den hellen Teil jeder Linse umringt, Bei entsprechender Beleuchtung ist es möglich die Staubfiguren und die in ihnen enthaltenen Linsen gleichzeitig zu beobachten. Bei Unterbrechung des Stromes verschwinden die Staubfiguren nicht gleich. Ihre Dimensionen verkleinern sich allmählich, der Staub setzt sich zu Boden und erst nach 3—4 Minuten verschwinden die Figuren.

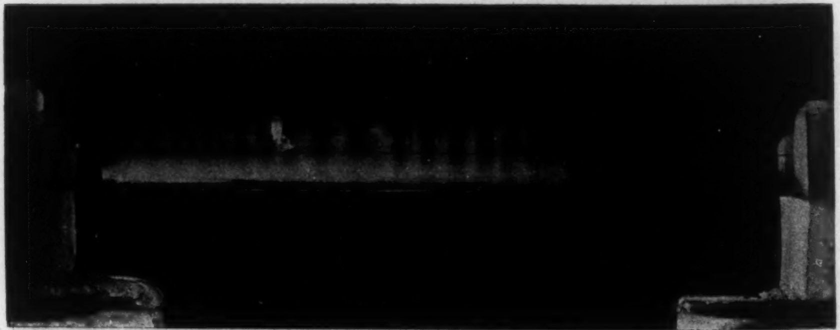


Fig. 3.

Fig. 3 stellt eine Autotypie nach einer photographischen Aufnahme dieser Erscheinung dar (Exposition 20 Sek.). Die helleren Stellen der Aufnahme entsprechen den Staubfiguren. Der dunklere Raum inmitten jeder Staubfigur entspricht einer Linse. Die Fig. 3 entspricht einem Drucke von ca. 10 mm, bei welchem man im Rohre nicht sehr dicke und ziemlich eng verteilte Linsen erhält. Bei weiterem Evakuieren, wobei die Linsen dicker werden und auseinander rücken, verändert sich demgemäss auch die Form der Staubfiguren. Eine jede Staubfigur stellt wie früher gewissermassen eine Hülle dar, welche den hellsten Teil der Linse umschliesst.

Bei Verlängerung der Funkenstrecke, welche die Induktorpole verbindet, beobachtet man gleichsam ein gegenseitiges Abstossen der benachbarten Staubfiguren. Sie erscheinen voneinander durch dunkle Zwischenräume, die den

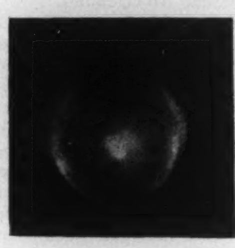


Fig. 4.

ganzen Durchmesser des Rohres erfüllen, getrennt.

Verbindet man den Draht mit dem negativen Pole des Induktors, so erhält man keine Figuren, dagegen erscheint das Innere des Rohres gleichsam mit Rauch erfüllt. Bei näherem Betrachten erweist es sich, dass dieser „Staubrauch" aus zwei Staubwirbeln besteht, deren Achsen dem Draht parallel sind und die durch einen dunklen Zwischenraum, der in einer senkrechten, den Draht einschliessenden Ebene liegt, voneinander getrennt sind. Ich habe mir ein Rohr hergestellt, bei dem ein Ende durch eine planparallele Glasplatte geschlossen ist, ähnlich dem Rohre, welches ich in einer früheren Mitteilung beschrieb. Durch diese Glasplatte kann man mit Leichtigkeit die Wirbelbewegungen des Staubes beobachten. Fig. 4 stellt eine Autotypie nach einer photographischen Aufnahme dieser Wirbelbewegungen dar (Exposition 15 Sek.).

Die beobachteten Erscheinungen sind sehr leicht zu erhalten, nur muss das Pulver sehr leicht und vollständig trocken sein.

Beim Ausführen aller dieser Versuche hat mir Herr A. P. Afanasuff vielfache Hilfe erwiesen, wofür ich ihm meinen aufrichtigsten Dank ausspreche.

St. Petersburg, Physikalisches Institut der K. Universität.

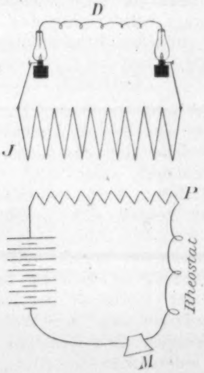
(Eingegangen 22. Februar 1903.)

Die sprechende Petroleumlampe.

(Vorläufige Mitteilung).

Von A. Batschinski und V. Gabritschewski.

Im Winter 1901 haben wir uns mit einigen Prozessen am Induktorium beschäftigt. Als einer von den Polen diente eine Bunsensche Flamme. Dabei wurden bemerkt 1. die später von Herrn Möhlmann (Ann. d. Physik **8**, 768, 1902) beschriebenen elektroskopischen Effekte und 2. eigentümliche periodische Änderungen der Form der Flamme, die einen Nullpunkt aufgewiesen haben[1]), ähnlich dem Möhlmann-



schen Nullpunkt am Elektroskop. Als wir vor kurzem unsere Arbeit fortsetzten, hat sich gezeigt, dass die mit einem Pole metallisch verbundene, in einen anderen Raum entfernte Flamme sehr klar und deutlich den Ton des Simonschen Unterbrechers wiederholte. Auf Grund der beschriebenen Erscheinung wurde ein Telephon konstruiert. Die Anordnung war folgende: von den beiden Polen des Induktoriums $\mathfrak{J}$ wurden kurze Leitungen zu den (isolierten) Bunsenbrennern, einfachen Petroleumlampen oder sogar Kerzen geführt. In der Primärspule P wird eine Batterie nebst einem für starke (bis 4 Amp.) Ströme passenden

1) Dieses Phänomen wird bald näher mitgeteilt werden.

Mikrophon M eingeschaltet. Der Abstand vom Mikrophon bis zur Flamme betrug bei unseren Versuchen ca. 30 m. Die Petroleumlampe wiederholt vortrefflich das Singen, Pfeifen und sogar das Sprechen.

Wesentliche Bedingung für den guten Erfolg des Versuchs besteht in genügend grossen Änderungen des Potentials an den Flammenelektroden.

Die Flammen singen lauter, wenn im Abstande zwischen den mit den beiden Polen verbundenen Lampen ein Draht D sich befindet.

Moskau, Universität.

(Eingegangen 23. Februar 1903.)

Zur optischen Resonanz. II. III.[1])

Von A. Bock.

II. Die optischen Erscheinungen.

Hand in Hand mit der Untersuchung über die Grössenordnung der Tröpfchen[2]), welche durch das selektive Reflexionsvermögen derselben angeregt wurde, ging das Suchen nach besonderen optischen Erscheinungen.[3])

1. Diffraktion.

Betrachtet man durch den Dampfstrahl mit freiem Auge eine kleine hochpolierte Stahlkugel, auf welche man das Licht einer Bogenlampe konzentriert, oder auch das glühende Magnesiastiftchen eines Linnemannschen Brenners, so zeigen sich prächtige Farbenringe.

Ihr Durchmesser wurde mit Hilfe einer Dioptervorrichtung in Graden bestimmt und es konnte der Radius r der Nebeltröpfchen berechnet werden aus der Wellenlänge der Farbe des Ringes. Die Resultate wurden geprüft, teils, indem man die Abstände von Diopter und Stahlkugel variierte, teils, indem man vor die Stahlkugel resp. den Linnemann-Brenner ein Rubinglas oder ein Kobaltglas setzte.

Der Durchmesser der Tröpfchen des gewöhnlichen Dampfstrahls, von der Ausströmungsöffnung, wo sie sichtbar werden, bis zu der Stelle, wo sie verschwinden, nimmt von 0,0034 mm bis 0,0046 mm zu. Ist die Vorlage mit Säure gefüllt und bläst man, ganz leise beginnend, durch die Säure gegen den Dampfstrahl, so sieht man die Ringe wandern und grösser werden. Aus dem Lichtpunkte heraus quellen immer neue mit zusammengesetzten Farbentönen, wie selbe in ähnlichem Falle J. Kiessling[1]) beschreibt.

Ähnliches ergiebt sich, wenn man mit vorgesetztem Rubin- oder Kobaltglas arbeitet. Statt der Ringe erhält man dann rote oder blaue Scheiben, welche grösser werden und natürlich ihre Farbe beibehalten. Es ist naturgemäss jetzt von grösstem Interesse, mit Hilfe der Ringe den Tröpfchendurchmesser zu bestimmen, wenn der Dampf anfängt, farbig zu werden. Der Säureluftstrom wurde so reguliert, dass bei rotem Lichte gerade noch eine runde Lichtscheibe konstatiert und ihr Durchmesser gemessen werden konnte. Hieraus resultierte ein Tropfendurchmesser von $2r = 0,92\,\mu$ und mit hinreichender Übereinstimmung unter genau denselben Verhältnissen mit blauem Lichte gemessen $2r = 0,88\,\mu$. Wegen der Schwierigkeit der Beobachtungen wurden zu verschiedenen Zeiten die Messungen wiederholt, ohne wesentliche Abweichung.

Ohne Farbenglas zeigte der Dampfstrahl eine rötlichgelbe Farbe und behielt diese Farbe auch bei, wenn man die Fensterladen öffnete und sich den Dampf im diffusen Tageslicht besah. Wird der Säureluftstrom verstärkt, so färbt sich der Strahl intensiver rötlich, dann gelb, grünlich und blau, wie schon beschrieben.

Hierbei verschwindet zuerst die rote Scheibe und zwar so, dass eben der ganze Dampf rot leuchtet; bei Benutzung des blauen Glases in diesem Momente hat man noch den Eindruck einer Lichtscheibe, deren Durchmesser zeigt, dass die Tröpfchendurchmesser schon von der Ordnung der Lichtwellen selbst sind.

Messungen vorzunehmen ist eitel Mühe, da die Scheibe sehr instabil und ihr Rand zu verschwommen ist, Schätzungen, wie oben, sind durchaus angängig.

Färbt man durch Säurezufuhr den Dampf azurblau und benutzt man rotes Licht, so erkennt man nicht nur keine Diffraktionserscheinung, sondern der Strahl ist überhaupt unsichtbar, verhält sich also wie ein Körper mit Eigenfarbe. Im blauen Licht erscheint der ganze Dampfstrahl blau und eine Diffraktionserscheinung konnte auch nicht mehr konstatiert werden, wenigstens bei diesen Dimensionen der angewendeten Apparate. Es käme also hier, wo Diffraktion aufhört, die reine selektive Reflexion durch Resonanz zum Ausdruck. —

Es möge hier bemerkt werden, dass die Frage nach der absoluten genauen Grösse des Durchmessers der resonierenden Wasserkügelchen wohl nicht entschieden werden kann; ob dieser der Wellenlänge in Luft gleich-

1) I: Diese Zeitschrift **4**, 339, 1903.
2) a. a. O.
3) Wied. Ann. **68**, 683, 1899.

1) Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen etc. Hamburg 1888.

kommt, kann bei einem solchen Konglomerat von Teilchen, wie es der Dampfstrahl ist, nicht untersucht werden, da man immer mit Mittelwerten zu thun hat. Ich benutzte daher bisher vorsichtshalber das Wort Grössenordnung. Mir persönlich scheinen die erlangten Resultate für die Wellenlänge in Luft zu sprechen.

Eine primitive spektralphotometrische Untersuchung des blauen Dampfstrahls [1]) bei Tageslicht zeigte, dass das Blau auch andere Strahlen enthält und im Durchschnitt mit dem Blau des Himmels identisch ist. Der Dampf enthält Kügelchen aller Grössenordnungen, worunter eben die, welche blau resonieren, in der Überzahl sind. Damit wäre das Blau des Himmels als eine Resonanzerscheinung in Betracht zu ziehen, wie überhaupt nach dem Folgenden die Erscheinungen bei den trüben Medien teilweise dazu zu rechnen sind.

2. Polarisation.

Bei den schon beschriebenen Beleuchtungsarten habe ich mit dem Nicol kein linear polarisiertes Licht finden können. Nach elliptischer oder cirkularer Polarisation habe ich seinerzeit nicht gesucht und im Momente stehen mir die Hilfsmittel nicht zu Gebote. —

Schickt man indes ein möglichst konzentriertes Bündel paralleler Lichtstrahlen durch den Dampf und beobachtet mit dem Nicol immer senkrecht zum einfallenden Lichtstrahl, so ergiebt sich folgendes:

Der gewöhnliche Dampf leuchtet sehr hell; beim Drehen des Nicols in Stellung I und Stellung II ist kaum eine Polarisation erkennbar.

Giebt man Säure zu, so färbt sich der Dampf nicht; der erleuchtete Teil wird immer weisser und erglänzt schliesslich silberhell. Der Dampf ist dann am Tageslicht azurblau. In Stellung I des Nicols erglänzt der Dampf silberhell, in Stellung II ist er azurblau, welche Erscheinung Herr L. Sohncke als identisch mit dem „residue blue" von Tyndall erkannte.

Hält man vor den Kondensor der elektrischen Lampe ein Rubinglas, so erglänzt der Dampf intensiv rot und falls man sehr konzentrierte Säure anwendet, wird in der II. Nicolstellung das Rot ganz ausgelöscht.

Ein violettes Glas, das sich in der Sammlung vorfand, erwies sich besonders instruktiv; dasselbe liess hauptsächlich auch dunkelrote Strahlen hindurch. Bei Stellung I des Nicols erschien der Strahl rot (das Violette trat an Intensität zurück), in Stellung II violett.

Die Versuche zeigten, dass rote, gelbe, grüne Strahlen polarisiert sind, blaue und violette nicht, wenn der Dampf durch konzentrierte Säure möglichst azurblau gefärbt ist.

Im Jahre 1898 versuchte ich, mit allerdings sehr bescheidenen Mitteln (siehe citierte Arbeit) die Polarisation nach Farben zu studieren; es zeigte sich zweifellos, dass das Violett und Blau nicht polarisiert sind, dagegen Grün, noch mehr Gelb und am stärksten Rot Polarisation zeigen.

Schwächte man langsam den Säurestrom, so war ein Zurückweichen der Polarisationsgrenze nach dem Roten unverkennbar, im Zusammenhang mit der Farbe des Dampfes, respektiv dem Durchmesser der Tropfen.

Der gewöhnliche Dampf zeigt schwache Polarisation und diese ist für alle Farben, wie ich mit meinen Mitteln bemerkte, gleich und rührt von der gewöhnlichen Reflexion des Lichtes an der Wasseroberfläche der grossen Tröpfchen her. —

Diese beobachteten Thatsachen stellen zweifellos die Identität der Erscheinungen mit denen der trüben Medien fest. [1])

III. Resultate und Schluss.

Es ergiebt sich demnach:

A. Wassertröpfchen mit Durchmessern von der Grössenordnung einer Lichtwellenlänge λ liefern bei diffuser weisser Beleuchtung optische Resonanz, in der Weise, dass dieselben nur Licht von der Wellenlänge λ reflektieren.

B. Bei centraler Beleuchtung, Tröpfchenwolke zwischen Auge und Lichtquelle, treten so lange erkennbare Diffraktionserscheinungen auf, als der Tropfendurchmesser grösser ist als λ; wird derselbe $=\lambda$, so setzt optische Resonanz ein und wenn die Tropfen kleiner werden, leuchten sie natürlich nicht mehr und werden unsichtbar.

C. Bei intensiver Beleuchtung mit parallelem Licht werden senkrecht zum Lichtstrahl Wellen reflektiert, deren λ auch grösser ist als der Tröpfchendurchmesser. Diese Strahlen sind jedoch senkrecht zum einfallenden Lichtstrahl polarisiert. Die Lichtstrahlen, deren λ gleich dem Tropfendurchmesser ist, erregen Resonanz und sind nicht so polarisiert, ebenso die Strahlen, deren λ kleiner ist.

Bezüglich des letzteren Resultates drängt sich direkt die Frage auf, rührt diese Erscheinung von einer Art erzwungener Schwingungen her, da man doch auch bei Tröpfchen mit einem Durchmesser $= \frac{1}{2}\lambda$ analog den Grund-

1) Wied. Ann. **68**, 676, 1899.

1) Vergleiche etwa: Verdet, Wellentheorie des Lichtes, bearbeitet von Exner, Braunschweig 1887, II. 403.

und Obertönen in der Akustik etwas Besonderes erwarten dürfte, oder infolge gewöhnlicher Reflexion an der Oberfläche der Wassertropfen.

Untersuchungen an Kügelchen von anderem Material werden vielleicht Aufklärung bringen.[1])

Die Erscheinungen bei trüben Medien zeigen, dass, wenn die Teilchen kleiner werden als die bei unserem Dampfstrahl, auch bei intensivster Beleuchtung nur blau reflektiert wird, und dass dieses dann polarisiert ist. Letzteres lässt sich mit unsereren Erfahrungen vereinbaren, ersteres indes zeigt, dass es auch bei intensivster Beleuchtung eine kritische Grösse für die Teilchen giebt, bei welcher eine Wellengrösse nicht mehr selbstpolarisiert reflektiert werden kann, geschweige denn, dass die Teilchen zum Resonieren kommen und ein Zusammenhang ihrer Grösse mit der Farbe konstatiert werden kann. Hierbei wird auch noch die Gestalt des Teilchens eine Rolle spielen.

Bezüglich der Verschiebung der Polarisationsgrenze in den Farben, mit der Grösse des Tropfendurchmessers, möchte ich bemerken, dass ich mit einem loc. cit. beschriebenen primitiven Spektralphotometer in den Jahren 1896 und 1897 an verschiedenen klaren Sommerabenden den Horizont senkrecht zu den Strahlen der untergegangenen Sonne untersuchte. Es zeigte sich, dass die einzelnen Farben nicht immer gleiche Polarisation ergaben, also ein Wandern der Polarisationsgrenze stattfinde. Mit einem richtigen Instrumente liesse sich leicht vorstehende Bemerkung prüfen und damit auch Schlüsse ziehen auf die Vorgänge in den oberen Schichten der Atmosphäre. Falls die gefundenen Resultate sich allgemein gültig erweisen, kann unter Umständen eine Untersuchung entsprechender kosmischer Objekte bezüglich der Grösse der Polarisation in den reflektierten Farben über ihre Struktur Aufschluss geben.

1) Die Untersuchungen von den Herren H. Siedentopf und R. Zsigmondy an Goldrubingläsern ergaben keine Anhaltspunkte für Resonanz. Ann. d. Phys. **10**, 35, 1903. Vergleiche indes hierzu die Bemerkung von Herrn F. Braun über die Dielektrizitätskonstanten von Isolatoren, in welchen Metall sehr fein zerteilt ist. Ann. d. Physik **10**, 332, 1903. Demnach ist Rubinglas ein hochkomplizierter Körper und zum Studium der Resonanz nicht geeignet.

Passau, den 28. Februar 1903.

(Eingegangen 2. März 1903.)

Nachtrag: Während der Drucklegung erhielt ich nähere Kenntnis von den Arbeiten des Herrn R. W. Wood, welche ich eingangs der ersten Mitteilung nicht erwähnt habe. Ich glaube das Versäumte dadurch nachzuholen, dass ich auf den Artikel „Über elektrische Resonanz u. s. w." von R. W. Wood (diese Zeitschrift **4**, 338, 1903) zurückverweise. A. Bock.

Zur Theorie der Serienspektren.

Von Walter Ritz.

Bekanntlich zeigt Wasserstoff ausser der durch die Balmersche Formel so ausserordentlich genau dargestellten Serie, die von Kayser und Rydberg als „erste Nebenserie" erkannt ist, eine weitere, bisher nur in gewissen Sternspektren nachgewiesene Reihe von Linien, die der zweiten Nebenserie und der Hauptserie der Alkalispektren entsprechen.

Setzt man die Anzahl Wellen, die im Vakuum auf 1 cm entfallen (die sog. Wellenzahl), gleich r, und zur Abkürzung $N = 109675{,}0$, so schreibt sich die Balmersche Formel

$$+r = N\left[\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}\right], \quad m = 3, 4 \cdots 32$$

Die zweite Nebenserie ist dann durch

$$+r = N\left[\frac{1}{4} - \frac{1}{(m+0{,}5)^2}\right]$$

gegeben, die Hauptserie durch

$$+r = N\left[\frac{1}{(1{,}5)^2} - \frac{1}{m^2}\right].$$

Der sehr auffallende Umstand, dass das erste Glied rechts stets das Quadrat einer rationalen Zahl ist, hat Balmer und Rydberg zur Vermutung geführt, dass die Formeln eigentlich mit zwei willkürlichen ganzen Zahlen m, n, zu schreiben seien, so dass das H-Spektrum durch

$$1)\quad \pm r = N\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right]; \pm r = N\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(m+\frac{1}{2})^2}\right]$$

dargestellt wird. Dabei sind zweite Nebenserie und Hauptserie in eine einzige Formel zusammengefasst. Die Untersuchungen von Rydberg und Runge und Paschen[1]) haben gezeigt, dass dieser Zusammenhang beider Serien sehr wahrscheinlich auch bei den andern Elementen besteht.

Beim Versuche, schwingende Systeme zu finden, deren Perioden das Wasserstoffspektrum ergeben, bin ich daher in meiner demnächst erscheinenden Inauguraldissertation von den Formeln 1) ausgegangen. Es gelang mir, zwischen den Teilchen eines zweidimensionalen Kontinuums solche Fernwirkungen anzusetzen, dass die Schwingungszahlen des Systems von zwei willkürlichen ganzen Zahlen m, n abhängen und bei wachsenden Werten dieser Ordnungszahlen sich einer endlichen Grenze nähern, eine bei allen Spektren auftretende Eigenschaft der Serien, zu der in der theoretischen Physik kein Analogon bekannt ist.

Setzt man speziell voraus, dass das Kontinuum eine der Flächen eines Kubus sei, so erhält man genau die Formeln (1).

1) Über die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde. Berl. Ber. 1902, S. 380, 720.

Bei den Spektren anderer Elemente sind so einfache und exakte Gesetze bisher nicht bekannt; man stellt die Serien nach Kayser, Runge und Paschens Untersuchungen durch Formeln von der Gestalt

$$r = A + \frac{B}{m^2} + \frac{C}{m^4} \text{ oder } r = a + \frac{b}{m^2} + \frac{c}{m^3}$$

dar; Rydberg benutzt die Gleichung

$$r = A + \frac{N}{(m+\mu)^2}.$$

Hierin sind A, B, C, a, b, c, μ geeignete Konstanten. Auffallenderweise hat B resp. b bei allen Serien fast denselben Wert; Rydberg entnimmt die entsprechende Konstante N seiner Formel direkt aus der Balmerschen Serie. Aus dem bei allen Elementen genau erfüllten „Gesetz der konstanten Differenzen" ergiebt sich, dass die einfachsten Formeln, sich wieder auf die Schwingungszahlen selbst, nicht, wie bei Eigenschwingungen meist der Fall ist, auf ihre Quadrate beziehen.

Von diesen Bemerkungen ausgehend, machte ich die Annahme, dass wir es bei allen Elementen mit den Schwingungen desselben Kubus wie bei Wasserstoff zu thun haben, so dass nur die Randbedingungen von Element zu Element variieren. Dann ergiebt sich folgendes:

Aus der zunächst auftretenden Formel für das Quadrat der Schwingungszahl lässt sich die Wurzel ausziehen; es wird

$$\pm r = N\left[\frac{1}{p^2} - \frac{1}{q^2}\right].$$

Hierin sind p, q Wurzeln gewisser transzendenter Gleichungen, sie lassen sich in semikonvergente Reihen von der Form

$$2) \quad \begin{cases} p = m + \alpha + \dfrac{\beta}{m^2} + \dfrac{\gamma}{m^4} + \cdots; \\ q = n + \alpha' + \dfrac{\beta'}{n^2} + \dfrac{\gamma'}{n^4} + \cdots, \end{cases}$$

entwickeln. Diese Reihen gelten nur für positive Werte der ganzen Zahlen m, n. Die Quadrate der negativen, m, n entsprechenden, Wurzeln fallen mit den eben gegebenen zusammen. Positive und negative Schwingungszahlen haben dieselbe physikalische Bedeutung.

Der Koeffizient N ist exakt universell.

Bricht man die Formeln mit den ersten Gliedern ab, so erhält man

$$\pm r = N\left[\frac{1}{(m+\alpha)^2} - \frac{1}{(n+\alpha')^2}\right]$$

also die Rydbergsche Formel als erste Annäherung. Gleichzeitig erkennt man aber, dass dieselbe für niedrige Ordnungszahlen zu korrigieren ist und zwar nicht durch Variieren des Koeffizienten N, wie bisher versucht wurde, sondern durch Hinzufügen weiterer Glieder von (2). Als zweite Annäherung ergiebt sich daher für eine einzelne Serie ($n = const.$)

$$\pm r = A - \frac{109675{,}0}{(m + \alpha + \beta/m^2)^2}, \quad m = 1, 2, 3 \cdots,$$

oder durch andere Entwickelungen

$$\pm r = A - \frac{109675{,}0}{\left(m + a + \dfrac{b}{(m+a)^2}\right)^2};$$

$$\pm r = A - \frac{109675{,}0}{[m + a' + b'(A - r)]^2}.$$

Dabei sind $a, b, \alpha, \beta, a'\, b'$ Konstanten; die Formeln unterscheiden sich nur durch Glieder höherer Ordnung.

Die Annäherung dieser Formeln an die Erfahrung bei gleicher oder kleinerer Anzahl der Konstanten wie bei Kayser und Runge und Rydberg, ist besonders für die Linien kleinster Ordnungszahl eine sehr viel bessere: auch die bisher so schlecht dargestellten roten Linien ergeben sich meist innerhalb der Fehlergrenzen. (S. Tabelle.)

Die von Rydberg vermuteten Beziehungen zwischen Hauptserie und zweiter Nebenserie sind so genau erfüllt, dass beide wirklich in eine einzige Formel zu vereinigen sind. Die Grenzen der beiden Nebenserien fallen zusammen, soweit die unsichere Beobachtung der Struktur der ersten Nebenserie es zu beurteilen erlaubt.

Der zweite Koeffizient kann direkt aus der Balmerschen Formel entnommen werden, dadurch wird die Grundannahme (universelle Natur des schwingenden Systems) sehr gestützt.

Die Konstanten ändern sich gesetzmässig von Element zu Element und zeigen noch gewisse angenäherte Beziehungen untereinander.

Ich habe die Serien der meisten Elemente unter Berücksichtigung der Dispersion der Luft berechnet und entnehme als Beispiel meiner ausführlicheren Arbeit, die für die Hauptserie und zweite Nebenserie von Ka und Na geltenden Formeln und Tabellen.

Die Doublets der Hauptserie und zweiten Nebenserie aller Alkalimetalle sind gegeben durch die Formeln

$$\pm r = N\left\{\frac{1}{[n + a_1 + b/n^2]^2} - \frac{1}{\left[m + 0{,}5 + a' + \dfrac{b'}{(m+0{,}5)^2}\right]^2}\right\}$$

$$\pm r = N\left\{\frac{1}{[n + a_2 + b/n^2]^2} - \frac{1}{\left[m + 0{,}5 + a' + \dfrac{b'}{(m+0{,}5)^2}\right]^2}\right\}$$

aus welchen sich für die Abstände der Komponenten bei der Nebenserie das Gesetz der

Hauptserie

n	λ	F	KR	R
2	5896,16	0,00	+78	0 00
	5890,19	0,00	+86	0,00
3	3303,07	0,03	0,00	+0,03
	3302,47	0,03	0,00	*
4	2852,91	0,05	0,00	−0,10
	2852,91[1])	0,05	0,00	+0,07
5	2680,46	0,1	0,00	−0,08
	.680,46	0,1	0,00	0,00
6	2593,98	0,1	+0,03	−0,13
	2593,98	0,1	+0,09	−0,08
7	2543,85	0,1	+0,10	−0,22
	2543,85	0,1	+0,24	−0,19
8	2512,23	0,2	+0,5	−0,15
	2512,23	0,2	+0,6	−0,12

Nebenserie

$m + \frac{1}{2}$	λ	F	KR	R
1,5	5890,19	0,00	+334	0,00
2,5	11404	?	−1,14	+0,9
3,5	6161,15	0,1	100	0,00
4,5	5153,72	0,1	0,00	−0,25
5,5	4752,19	0,15	0,00	−0,23
6,5	4546,03	0,2	+1,16	+0,21
7,5	4423,7	?	+1,7	−0,17

Hauptserie von Kalium.

n	λ	F	KR	R	n	λ	F	KR	R
2	7701,92	?	+161,3	0,00	2	7668,54	?	+159,6	−0,24
3	4047,36	0,03	0,00	0,00	3	4044,29	0,03	0,00	+0,00
4	3447,49	0,03	0,00	+0,13	4	3446,49	0,03	0,00	+0,12
5	3217,76	0,03	0.00	0,00	5	3217,27	0,03	0,00	−0,05
6	3102,37	0,10	+0,27	+0,10	6	3102,15	0,10	+0,36	+0,40
7	3034,94[1])	0,10	+0,23	−0,20	7	3034,94	0,10	+0,44	−0,05
8	2992,33	0,15	+0,68	−0,19	8	2992,33	0,15	+0,80	−0,08
9	2963,36	0,2	+1,05	−0,13	9	2963,36	0,2	+1,11	−0,07
10	2942,8	1.0	+1,45	−0,27	10	2942,8	1,0	+1,60	−0,23

konstanten Differenzen ergiebt; aus diesem Grunde enthält die Tabelle nur die eine der Komponenten dieser Doublets.

Die Formeln sind aus den einzelnen Linien berechnet. Die Wellenlängen λ und die Fehlergrenzen F sind aus Kayser und Runges, Lewis und Lehmanns Bestimmungen entnommen. Die Fehler (λ beob. — λ ber.) sind unter R eingetragen. Kayser und Runge stellen die vier Serien durch vier Formeln mit im ganzen 9 unabhängigen Konstanten dar; sie haben also vier Konstanten mehr zur Verfügung. Die Abweichungen ihrer Formeln findet man unter KR.

Natrium

$$a_1 = 0{,}14595 \quad b = -0{,}1158$$
$$a_2 = 0{,}14521$$
$$a' = +0{,}15157; \quad b' = -0{,}05586.$$

Kalium.

$$a_1 = +0{,}29034 \quad b = -0{,}2239$$
$$a_2 = +0{,}28750$$
$$a' = +0{,}31789; \quad b' = -0{,}1076.$$

Die zweite Nebenserie stimmt mit der Beobachtung etwa wie bei *Na*.

Erwähnt sei noch, dass die Hauptserien von *Mg*, *Ca*, etc, durch Extrapolation sich im Gebiete der Schumannschen Strahlen ergeben.

Bezüglich der Litteratur verweise ich auf Kayser, Handbuch der Spektroskopie, Bd. II und auf meine Dissertation.

1) Diese Linien sind nicht mehr getrennt beobachtet.

Göttingen, den 4. März 1903.

(Eingegangen 5. März 1903.)

Die Frage der stationären Meteorradianten.

Von B. L. Newkirk.

Seit dem Auftreten des grossen Schauers der Leonidenmeteore im Jahre 1866 sind die Meteorerscheinungen Gegenstand regelmässiger Beobachtung und wissenschaftlichen Studiums gewesen. Vor allem hat Herr W. F. Denning[1]) zu Bristol in England seit dieser Zeit systematische Beobachtungen der Meteorerscheinungen angestellt. Der Zweck seiner Beobachtungen ist der gewesen, die Radianten möglichst genau zu bestimmen und zugleich die Erscheinungen zu notieren, welche bei dem Flug der Meteore durch die Luft auftraten.

Unter einem Meteorradianten versteht man folgendes: Wenn man die scheinbaren Bahnen der Meteore (an die Himmelskugel projiziert) rückwärts fortsetzt, so kommt es häufig vor, dass eine grosse Anzahl von solchen Fortsetzungen sich nahezu in einem Punkte schneiden. Ein solcher Punkt wird der „Radiant" der betreffenden Meteore genannt. Rektaszension und Deklination dieses Punktes sind die aus den Beobachtungen hervorgehenden Grössen. Die Genauigkeit der Bestimmung des Ortes des Radianten hängt natürlich von der Zahl der beobachteten Meteore und der Erfahrung des Beobachters ab. Herr Denning glaubt[2]) aus

1) Siehe eine Reihe von etwa 40 Aufsätzen und Bemerkungen in den Monthly Notices vom Jahre 1877 an. Auch Month. Not. **58**, 242. Vergl. auch G. L. Tupman, Month. Not. **38**, 115.

2) Bredikhine, Bul. de l'Acad. de St. Pétersbourg. V. Serie, T. 12, T. 13. Tisserand, Comptes Rendus, T. 119, p. 345.

8 oder 10 Meteoren, welche demselben Radianten angehören, den Ort des Radianten auf etwa 2^0 verbürgen zu können, doch ist ein sicheres Urteil über die Präzision schwer zu erlangen.[2])

Dass mehrere Meteore demselben Radianten angehören, bedeutet, dass die Richtung der relativen Geschwindigkeit des Meteors zur Erde für alle betreffenden Meteore dieselbe ist. Wenn mehrere Meteore, welche kurz nacheinander erscheinen, aus demselben Radianten kommen, so weiss man daher, dass die einzelnen Meteore sich in parallelen Richtungen im Raume bewegten.

Im Jahre 1890[3]) publizierte nun Herr Denning einen Katalog von 998 Meteorradianten, und darunter waren 45 als „stationary" bezeichnet. Damit ist gemeint, dass Meteore aus einem Radianten, dessen Ort an der Sphäre unter den Fixsternen ungeändert bleibt, nicht nur in einer Nacht erscheinen, sondern in vielen Nächten, während mehrerer Monate und in einem Falle sogar das ganze Jahr hindurch.

Dieses Ergebnis ist höchst verwunderlich, denn, wie schon erwähnt, hängt die Position des Radianten von der Richtung der relativen Geschwindigkeit des Meteors zur Erde ab, und die Richtung der Erdgeschwindigkeit ändert sich im Laufe einiger Wochen beträchtlich. Wenn die Meteore sich alle ursprünglich im Raume in parallelen Linien bewegten, so würde daher eine sehr merkbare Verschiebung des Radianten eintreten und wenn der Radiant konstant bleiben soll, so müssen die einzelnen Meteore, die dem Radianten angehören, voneinander sehr verschiedene Bahnen im Raume besitzen, damit die Richtung der relativen (zusammengesetzten) Geschwindigkeit ungeändert bleibt.

Es sei ausdrücklich bemerkt, dass wir es hier nur mit denjenigen Verschiebungen des Radianten zu thun haben, welche von der jährlichen Bewegung der Erde herrühren. Die tägliche Rotation der Erde bringt allerdings auch eine kleine gewissermassen aberrationale Verschiebung des Radianten hervor, welche aber, ihres geringen Betrags wegen, vernachlässigt werden darf. Ferner wird zur Zeit seines Zusammentreffens mit der Erde das Meteor unter dem Einfluss der Anziehung der Erde merklich aus dem Kegelschnitt, den es sonst um die Sonne beschreibt, herausgelenkt. Dadurch wird, wie leicht ersichtlich, eine Verschiebung des Radiationspunktes gegen das Zenith zu bewirkt, deren Grösse von der Zenithdistanz des Radianten und seiner Entfernung vom Apex der Erdbewegung abhängt, und welche oft kurzweg als „Zenithattraktion" bezeichnet wird. Diese Zenithattraktion ist indessen unmittelbar zu berechnen und wird bei der Reduktion der Beobachtungen sofort angebracht.[4])

Ausgedehnte Meteorfamilien, deren einzelne Glieder im Raume in nahezu parallelen Bahnen laufen, und welche der Erde während mehrerer Wochen im Jahre Meteore schenken, weisen nichts weniger als stationäre Radianten auf. Denn da der Ort des Radianten lediglich von der Richtung der relativen Geschwindigkeit Meteor-Erde abhängt, so muss der Radiant einer solchen Familie, infolge der sich ändernden Richtung der Erdbewegung, von Nacht zu Nacht auf der Himmelskugel wandern. Da die relative Geschwindigkeit sich aus der Erdgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit des Meteorteilchens zusammensetzt, so hängt die Änderung der Richtung der relativen Geschwindigkeit (d. h. das Wandern des Radianten) von der Grösse der Geschwindigkeit des Meteorteilchens ab. Wenn diese sehr gross wäre (500 km pro Sek. z. B.), so wäre die Änderung des Radiationspunktes unmerklich. Es versteht sich aber, dass die Meteorfamilien, die periodisch erscheinen, Geschwindigkeiten unterhalb der parabolischen (42 km pro Sek.) besitzen.

Ein gutes Beispiel[5]) eines Radianten, welcher in der eben beschriebenen Weise seine Position ändert (also nicht stationär ist), zeigt die Perseidenfamilie. Dieselbe liefert Meteore vom 25. Juli bis 19. August, und während dieser Zeit ändern sich die Koordinaten des Radianten um etwa 40 Bogengrade. Die Orioniden dagegen liefern ein Beispiel von stationären Radianten. Vom 8. bis 24. Oktober entsendet diese Familie Meteore aus einem festbleibenden Punkte der Himmelssphäre.

Das Phänomen der stationären Radiation ist so schwierig zu erklären, dass sogar seine Existenz von einigen Astronomen bezweifelt wird. Bredikhine[2]) und früher Tisserrand[2]) haben Bahnen für die Meteore berechnet, welche aus demselben Radianten zu verschiedenen Jahreszeiten erscheinen, und finden natürlich, dass sie untereinander sehr verschieden sind. Doch scheint sich die Überzeugung zu verbreiten, dass die Beobachtungen die thatsächliche Existenz des Phänomens beweisen, und man darf sich nicht weigern, die Beobachtungen als

3) Month. Not. **50**, 410. Ein späterer Katalog im Jahre 1899.

4) Kleiber, Month. Not. **52**, 341. Auch sein Buch Orbites météoriques 1891. J. V. Schiaparelli, „Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen". Übersetzt von Georg v. Boguslawski, Stettin 1871, Verlag Th. von der Nahmer.

5) Month. Not. **38**, 303; **45**, 97; **50**, 415; **56**, 74.

richtig anzuerkennen nur deswegen, weil ihre Erklärung Schwierigkeiten darbietet.[6])

Grosse Meteorgeschwindigkeiten, welche die nächstliegende Erklärung darbieten würden, sind nicht vorhanden.

Genaue Bestimmungen der Geschwindigkeiten liegen freilich nicht vor; es ist aber höchstwahrscheinlich, dass sie im Durchschnitt die parabolische von 42 km pro Sek. nicht überschreiten. Einige neuere Bestimmungen derselben auf photographischem Wege liefern Geschwindigkeiten etwa von der Grösse der Erdgeschwindigkeit.[7])

Wie ist also sonst das Phänomen zu erklären? Tisserand[2]) zeigte, dass Meteore, welche eine stationäre Radiation liefern sollen, Bahnen aufweisen müssen, welche gegeneinander starke Neigungen haben und dass in vielen Fällen einige davon direkte, andere retrograde Bewegungen ausführen müssten. Die einzige einfache Relation zwischen den zu einem stationären Radianten gehörigen Bahnen, die er fand, war die, dass die Bahnebenen einen Kegel vom zweiten Grad umhüllen. Er war der Ansicht, dass die Erscheinung einer stationären Radiation ein Ergebnis des Zufalls sei, welches seine Erklärung in der grossen Anzahl der Radianten und der Ungenauigkeit der Beobachtungen zu finden hätte.

Herr Callandreau[8]) greift durch eine einfache Relation zwischen den Bahnelementen ein Büschel von Bahnen heraus, so dass Meteore, welche sich in diesen Bahnen bewegen, einen wenigstens in Länge konstanten Radiationspunkt besitzen. Das Büschel enthält nur Bahnen, deren Perihele in einer bestimmten senkrecht zur Ekliptik stehenden Ebene liegen. In dem Spezialfall, dass die Breite des Radianten 45^0 beträgt, ergiebt sich die grosse Achse aller Bahnen des Büschels gleich derjenigen der Erdbahn.

Prof. Turner[9]) in Oxford versucht die Erscheinungen durch den störenden Einfluss der Erde selbst auf eine Meteorfamilie zu erklären. Die Wirkung der Erdstörungen auf die einzelnen Teilchen der Meteorfamilie, welche im Laufe der Zeit der Erde nahe kommen, ohne sie direkt zu treffen, soll nämlich derartig sein, dass die Meteorfamilie zerstreut wird, aber in der Weise, dass die gestörten Bahnen immer noch die Erdbahn schneiden (nunmehr in verschiedenen Punkten) und dass die Meteore dieser Familie, die zu irgend einer späteren Zeit die Erde treffen, alle denselben Radianten liefern. Ein derartiger Vorgang ergiebt sich in der That bei Annahme eines gewissen symmetrischen Charakters der Störungen. Die Idee scheint auf den ersten Blick viel für sich zu haben. Indessen zeigt eine nähere Betrachtung, dass die genannte Annahme unberechtigt und daher die Theorie in ihrer jetzigen Form nicht zu halten ist.[10])

So bleibt hier ein Problem übrig, welches in gleicher Weise an den Theoretiker, wie an den Praktiker Anforderungen stellt. Von der praktischen Seite her ist vielleicht die Photographie berufen, zur Lösung zu führen, da sie die Bahnen von Meteoren, welche überhaupt hell genug sind, um sich auf den Platten aufzuzeichnen, mit ausserordentlicher Genauigkeit festzulegen gestattet.

6) Siehe Callandreau, Compt. Rend. **128**, 578. Observatory, Feb. 1899.

7) Elkin Science, N. 5. XII, 121—129. Bul. de la Soc. Astr. de France. Feb. 1901, p. 99.

8) Comptes Rendus **135**, 557. Vergl. auch **112**, „Sur la théorie des étoiles pilants" (der Einfang von Meteorfamilien durch Störungen). **128**, 577. Auch Levenier, Compt. Rend. **73**.

9) Month. Not. **49**, 140; **50**, 450; **62**, 448.

10) Siehe Bredikhine, l. c. 2). Vgl. Al. Herschel Month. Not. **59**.

(Eingegangen 9. März 1903.)

Zur Frage der Mitwirkung der Erdoberfläche bei der Fortpflanzung elektrischer Wellen.

Von A. Voller.

Herr E. Lecher[1]) hat vor kurzem die Frage angeregt, ob nicht die bei der elektrischen Wellentelegraphie stattfindende Ausbreitung der Ätherwellen nach Orten, die wegen der Erdkrümmung geradlinig nicht mehr erreicht werden können, so dass also die Wellen scheinbar der Oberfläche der Erde sich anschmiegend fortschreiten, durch eine wellenartig sich ausbreitende wechselnde Elektrisierung der Erdkugel erklärt werden könne. Als Ausgangspunkt dieser Elektrisierung in den Einrichtungen der Wellentelegraphie betrachtet er die Geber-Antenne, die er stets als geerdet annimmt.

Ich möchte im folgenden einige Versuchsresultate mitteilen, die ich während der letzten Monate beim Arbeiten mit einem Seibtschen Schwingungskreise[2]) erhielt und die, wie ich glaube, für die nur unwesentlich zu modifizierende Lechersche Annahme sprechen. Der Seibtsche Apparat, der sich, nebenbei bemerkt, als ausserordentlich brauchbar erwies, besteht im wesentlichen aus einem geschlossenen Flaschenfunkenkreis mit mässig veränderlicher Kapazität, aber stark veränderlicher Selbstinduktion; verschiedene Resonanzspulen für eine oder mehrere Viertelwellen können vermittels direkter Koppelung angeschlossen und nach erfolgter Ab-

1) E. Lecher: Über künstliche Elektrisierung der Erdkugel. Diese Zeitschr. **4**, 320, 1903.

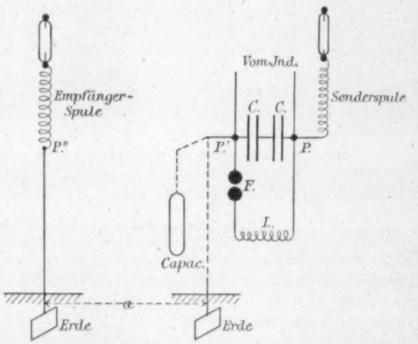
2) G. Seibt, Neue Vorlesungsversuche über schnelle elektrische Schwingungen. Diese Zeitschr. **4**, 99, 1902.

stimmung zu lebhaftem Mitschwingen gebracht werden. Letzteres wird durch sprühende Entladung oder durch Leuchten aufgeschraubter kleiner Geisslerscher Röhren erkennbar gemacht. Die Drahtlängen dieser Spulen betragen etwa 60, 90 und 700 m, so dass also recht lange Wellen benutzt werden. Bei den im folgenden besprochenen Versuchen wurden nur die Resonanzspulen von 60 und 90 m für je eine Viertelwelle verwendet, so dass die benützten Wellenlängen die bei der Telegraphie gebräuchlichen nicht sehr übersteigen.

Es wurde versucht, auf welche Entfernung hin eine in Resonanz mit dem Funkenkreise befindliche Spule durch Übertragung im Luftraume eine zweite, nicht angeschlossene, isolierte gleichgestimmte Spule merkbar erregen könne. Dass diese Entfernung nur sehr klein sein werde, war zu erwarten, da erstens wegen der Anwendung Geisslerscher Röhren als Wellenindikatoren die isolierte zweite Spule, welche einer Empfänger-Antenne der Wellentelegraphie entspricht, im Spannungsbauche ein Potential von vielen Hunderten Volt erfordert, die Röhre zum Leuchten zu bringen, und da zweitens diese Empfängerspule nicht, wie eine normale Antenne, an einen gleich abgestimmten Schwingungskreis angeschlossen ist. Es zeigte sich denn auch, dass ein Leuchten der Röhre auf einer isolierten Empfängerspule selbst bei genauester Abstimmung auf höchstens 1 m Abstand erreicht werden konnte. Allerdings hat eine beiderseits isolierte Spule, deren Gesamtlänge auf $\lambda/4$ abgestimmt ist, wenn sie von einer Welle erregt wird, einen Spannungsbauch an beiden Enden, d. h. die sie erregende Welle darf nur die halbe Wellenlänge haben, wie wenn die Spule einerseits geerdet wäre. Durch leitende Verbindung der unteren Enden zweier im übrigen isolierter gleichartiger Spulen erhält man aber leicht eine Gesamtspule von doppelter Drahtlänge, deren beide Hälften also nun wieder auf eine gleichartige einfache, vom Schwingungskreis erregte Spule abgestimmt sind. Auch wenn dies geschah, war doch keine nennenswerte Vergrösserung der Entfernung, bis zu welcher eine stark schwingende Geberspule die auf die verbundenen beiden isolierten Empfängerspulen aufgeschraubten Geisslerschen Röhren zum Leuchten bringen konnte, zu erreichen.

Ein lebhaftes Leuchten der Empfängerröhren, sowohl bei einfacher wie bei doppelter Spule, trat jedoch sofort ein, wenn deren unteres Ende geerdet wurde. Es war dann gleichgültig, an welchem Punkte des Laboratoriums eine unten geerdete, im übrigen aber mit dem Schwingungskreise nicht verbundene Empfängerspule aufgestellt wurde; sie leuchtete überall sehr hell. Eine anfänglich auftauchende Vermutung, dass die wesentlich stärkere Erregung der unten geerdeten Empfängerspule nur der durch die Erdung bewirkten besseren Fixierung des Spannungsknotens, also der besseren Resonanz zu verdanken sei, erwies sich bald als unhaltbar. Zugleich aber wurde die wahre Ursache des Vorganges in dem Umstande gefunden, dass im Seibtschen Apparate der dem Anschlusspunkte der Senderspule auf der einen Seite des Flaschensystems entsprechende symmetrisch gelegene Punkt auf dessen andrer Seite geerdet zu werden pflegt, ähnlich wie dies im Slabyschen System der Wellentelegraphie der Fall ist.

In der nachstehenden schematischen Figur sei CC das Flaschensystem, L die Selbstinduktion, P der Anschlusspunkt der Senderspule, P' der Erdungspunkt, F die Funkenstrecke. Nun wird bekanntlich im Braunschen



wellentelegraphischen Systeme P' nicht geerdet, sondern statt dessen eine passende, von der Erde isolierte Kapazität angehängt. Ich that das gleiche mit Erfolg im Seibtschen Apparate; der Anschluss von P' an eine grössere von der Erde isolierte Leydener Flasche oder an einen isolierten Metallcylinder von etwa 80 cm Länge und 20 cm Durchmesser ersetzte die Erdung so vollkommen, dass nicht der geringste Unterschied in der Güte der Abstimmung und der Stärke der Spannungsbäuche wahrgenommen werden konnte. Der Seibtsche Apparat war nun vollständig von der Erde isoliert.

Wurde nunmehr eine abgestimmte Empfängerspule mit Leuchtröhre nach P'', d. h. in einen gewissen Abstand a von der Senderspule gebracht, so leuchtete sie wieder nur in ganz minimalem Abstande, gleichgültig, ob sie geerdet war oder nicht. In Abständen von mehr als 1 m war auch im vollkommen verdunkelten Zimmer keine Spur von Licht

wahrzunehmen. Sobald aber wieder die Erdung des Punktes P' erfolgte, leuchtete die Röhre in P'', wenn sie ebenfalls an Erde lag, sofort kräftig auf.

Das Resultat trat stets sicher und zweifelfrei ein; es änderte sich auch nicht, wenn die eine oder die andere der beiden Erdungen eine indirekte war, d. h. wenn in den Erddraht eine Leydener Flasche eingeschaltet wurde.

Die gleichzeitige Erdung der Punkte P' und P'' war also eine wesentliche Bedingung der Erregung der Empfängerröhre in grösseren Abständen. Indes wäre es doch ein Fehlschluss gewesen, wenn man schon hieraus auf eine Mitwirkung der Erdoberfläche bei der Fortpflanzung der im Schwingungskreise des Apparates erregten Wellen hätte schliessen wollen.

In einem Laboratorium pflegt die Erdung in der Regel durch Verbindung mit der Gas- oder Wasserleitung zu erfolgen. Es folgt daraus, dass zwei in demselben Gebäude geerdete Apparate streng genommen durch die zusammenhängenden Rohrleitungen, die einen metallischen Nebenschluss zur Erde bilden, verbunden, also eigentlich gar nicht geerdet sind, während dies bei einem angeschlossenen einzelnen Apparate der Fall ist. Im vorliegenden Falle waren also in Wirklichkeit die Punkte P' und P'' metallisch verbunden; die Leuchtröhre der Empfängerspule in P'' war durch Vermittelung der Wasserleitung an P' gelegt und musste dort ebenso gut leuchten wie die Geberspule in dem korrespondierenden Punkte P. Das Resultat war daher auch dasselbe, wenn die Empfängerspule unter Beseitigung der beiden Erddrähte direkt an Punkt P' gelegt wurde.

Indes gaben die beobachteten Resultate doch zu der Überlegung Veranlassung, dass wahrscheinlich das nämliche Ergebnis herauskommen werde, wenn an Stelle der die Punkte P' und P'' leitend verbindenden Wasserleitungsrohre die ebenfalls leitende Erdoberfläche zwischen die beiden Punkte gebracht werde. Dies konnte leicht geprüft werden. Es wurden zu diesem Zwecke zwei quadratische Zinkplatten von etwa 40 cm Seitenlänge im Garten des Laboratoriums an zwei Punkten eingegraben; die Entfernung a dieser Punkte betrug zuerst 5, dann 10, 25 und schliesslich 60 m; grössere Entfernungen standen nicht ohne weiteres zur Verfügung. Beide Platten wurden nun durch Drähte, die sorgfältig vom Hause isoliert ins Laboratorium geführt wurden, mit den Punkten P' resp. P'' verbunden. P'' blieb stets an Erde, P' konnte dagegen abwechselnd mit der Erdplatte oder mit dem erwähnten isolierten Cylinder verbunden werden. Im ersteren Falle war somit der Punkt P'' nur durch die Erdstrecke a und die isolierten Zuleitungsdrähte mit dem Punkte P' verbunden; im letzteren Falle waren beide Punkte voneinander isoliert. Die vorherigen Versuche wurden, nachdem wieder gute Resonanz hergestellt war, wiederholt und ergaben das gleiche Resultat. Niemals leuchtete die Röhre in P'' in mehr als etwa 1 m Entfernung, wenn P' mit dem Cylinder verbunden, also isoliert war; das Leuchten trat dagegen sofort ein, wenn P' auf die Erdplatte geschaltet wurde. Die Intensität des Leuchtens war etwas geringer als bei Einschaltung der Wasserleitung statt der Erde. Ferner konnte eine stetige Abnahme der Leuchtintensität in P'' festgestellt werden, in dem Masse als die eingeschaltete Erdstrecke grösser wurde. Natürlich giebt die Schätzung der Leuchtstärke einer Röhre nur einen schwachen Anhalt für die Schätzung der im Spannungsbauche bei P'' auftretenden Wechselspannungen; ich hoffe, das Mass der Abnahme dieser Spannungen mit der Zunahme des Abstandes der beiden Erdplatten noch nach einem anderen Verfahren genauer ermitteln zu können. Immerhin konnte bei oftmaliger Wiederholung der Versuche die Verringerung der bei P'' auftretenden Spannungen mit der Vergrösserung der von P' aus elektrisierten Strecke a der Erdoberfläche qualitativ stets gut beobachtet werden. Die benutzte Leuchtröhre bestand der Hauptsache nach aus einem 15 cm langen in Windungen angeordneten Kapillarrohr, mit Erweiterungen an beiden Elektroden; die Lichterscheinung konnte mit ziemlicher Sicherheit folgendermassen festgestellt werden.

$a = 5$ m: Die Röhre leuchtet in ihrer ganzen Länge recht lebhaft; auch der obere Elektrodenraum ist noch mit deutlichem, diffusem Lichte angefüllt. Dem oberen Spulenende können Fünkchen von mehreren Zehntel mm Länge entzogen werden.

$a = 10$ m: Das Leuchten wird nur wenig schwächer; im oberen Elektrodenraum ist das diffuse Licht nicht mehr ganz so deutlich.

$a = 25$ m: Das Leuchten noch etwas schwächer, doch ist auch im oberen Elektrodenraum das Licht noch eben erkennbar.

$a = 60$ m: Das Leuchten hat sehr merklich abgenommen; das obere Drittel der Röhre ist fast dunkel. Die Fünkchen sind merklich schwächer, aber noch immer deutlich.

Bemerkenswert war ferner, dass der Wellencharakter der durch die Erde übertragenen elektrischen Energie durch die Einschaltung der Erdstrecke keine wesentliche Veränderung er-

fuhr, insofern die Periode der Oszillationen, resp. die Abstimmung der Spule nur um ein Geringes — entsprechend der Vermehrung der Drahtlänge durch die Erddrähte — verändert wurde.

Aus diesen Beobachtungen muss jedenfalls, wie mir scheint, folgendes geschlossen werden:

1. Der bei geschlossenen Funkenschwingungskreisen stets vorhandene symmetrisch gelegene Gegenpunkt des Anschlusspunktes der Ausstrahlungs-Antenne ist, wenn er mit der Erde verbunden wird, der Ausgangspunkt kräftiger oszillierender Elektrisierungen der Erdoberfläche.

2. Die von diesem Punkte ausgehenden Elektrisierungen pflanzen sich in der Erdoberfläche als solche kräftig fort. Sie können eine mit der Erde verbundene abgestimmte Spule in weit grösseren Entfernungen kräftig zum Mitschwingen veranlassen, als dies die von der Antenne aus im Luftraume fortschreitenden Ätherwellen unter sonst gleichen Verhältnissen zu thun vermögen.

3. Die für die elektrischen Wellen geltenden Resonanzgesetze, wie sie namentlich durch F. Braun in die praktische Wellentelegraphie eingeführt worden sind, gelten auch für die oszillatorischen Elektrisierungen der Erdoberfläche, d. h. die Ausbildung kräftiger Spannungsbäuche an den Empfängerspulen setzt die nämliche genaue Resonanz voraus, wie bei den Wellen des Luftraumes.

Es wird zunächst nicht möglich sein, über die Absorption und die Dämpfung der fortschreitenden Oszillationen in der Erdoberfläche sowie über die Intensitätsabnahme mit zunehmender Erdstrecke a priori etwas zu sagen. Man könnte vermuten, dass, während die Energie der nach allen Richtungen des Luftraumes fortschreitenden elektrischen Wellen mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, die nur in der Oberfläche der Erde verlaufenden schnellen Elektrisierungen nur eine lineare Energieabnahme erleiden müssten. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass diese Oszillationen von der mit P' verbundenen Erdplatte aus nicht radial ausstrahlen, sondern etwa in der Art zusammengescharter Stromfäden innerhalb eines von einem geschlossenen Strome durchflossenen Teiles der Erdoberfläche nach der jenseitigen Elektrode, d. h. nach der zweiten Erdplatte hin wieder konvergieren. Ist dies der Fall, so wird die Intensitätsabnahme viel langsamer verlaufen als im Verhältnis der Abstände. Die Beobachtungen scheinen diese Annahme zu stützen.

Die hier mitgeteilten Versuche können, wie mir scheint, nur im Sinne der Lecherschen Auffassung einer wesentlichen und unter Umständen sogar überwiegenden Mitwirkung der Erdoberfläche bei der Fortpflanzung der in einem Schwingungskreise entstandenen Oszillationen gedeutet werden. Als Ausgangspunkt der oszillatorischen „Elektrisierung der Erdkugel" ist jedoch nicht der geerdete Fusspunkt der Senderantenne, sondern ein auf der entgegengesetzt elektrisierten Belegung des Flaschensystems symmetrisch liegender Erdanschlusspunkt anzusehen, dem in jedem Augenblicke dieselbe Energiemenge zugeführt wird wie der vorwiegend in den Luftraum ausstrahlenden Sender-Antenne.

Es versteht sich im übrigen von selbst, dass die Frage, ob Versuche auf sehr grosse Entfernungen mit den hochempfindlichen Wellenindikatoren der Telegraphie, d. h. den Kohärern, zu dem gleichen Ergebnisse führen würden, weiterer Prüfung bedarf. Ein Grund, weshalb dies nicht erwartet werden dürfte, scheint mir allerdings bis jetzt nicht hervorgetreten zu sein.

Hamburg, Physikalisches Staatslaboratorium, 10. März 1903.

(Eingegangen 13. März 1903.)

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Kasan (Direktor D. A. Goldhammer).

No. 5 [1]: D. A. Goldhammer, Über die Strahlenfilter für das ultraviolette Licht.

In dem letzten (Februar-)Heft von Philosophical Magazine beschreibt Herr R. W. Wood die Herstellung von Schirmen, welche nur die ultravioletten Strahlen durchlassen.[2] Gerade über denselben Gegenstand habe auch ich vor kurzem einige Versuche angestellt.

Bei Gelegenheit eines Vortrages „Über die unsichtbaren Lichtstrahlen", den ich am 4. Januar d. J. gehalten habe, wollte ich dem Publikum die Eigenschaften der ultravioletten und der ultraroten Strahlen ganz parallel zur Demonstration bringen und habe mich daher bemüht, einen Strahlenfilter aufzusuchen, der im Gebiete des Ultravioletten sich analog der Tyndallschen Flüssigkeit (Lösung von Jod im Schwefelkohlenstoff) im Gebiete des ultraroten verhielte. Durch denselben Wunsch wurde auch die Untersuchung des Herrn Wood veranlasst.

Herr Wood empfiehlt die Anwendung einer Lösung von Nitroso-Dimethyl-Anilin, welche das Licht der Wellenlängen von etwa 0,5 μ bis ein wenig über 0,393 μ absorbiert und das Ultraviolett bis 0,2 μ durchlässt. Eine Kombination von dieser Flüssigkeit mit dem dicken

1) No. 4: Diese Zeitschr. **4**, 108, 1902.
2) Vergl. diese Zeitschr. **4**, 337, 1903.

Kobaltglase und dem grünen „Signal"glase stellt einen schwarzen Schirm dar, der nur die Wellenlängen 0,38—0,34 durchlässt.

Ich habe nahezu dieselben Resultate auf etwas anderem Wege erhalten.

Bekanntlich sind wässerige Lösungen von Metallsulfaten für das Ultraviolett ziemlich gut durchlässig; so finde ich bei Soret[1]) die Angabe, dass eine wässerige Lösung von Kobaltsulfat bis zur *Cd*-Linie No. 25 (Mascart), also bis zur Wellenlänge 0,22 μ durchlässig ist. Da aber auch Quarz für die Wellenlängen kleiner als 0,2 μ „Schwarz" ist, so musste offenbar $CoSO_4$ für unseren Zweck vollkommen gut passen.

In der That fand ich, dass eine 5 cm dicke Schicht der nahezu gesättigten Lösung von $CoSO_4$ im Wasser alle Strahlen etwa von der Linie *H* ab fast bis zum Ende des ultravioletten Quarzspektrums durchlässt, indem von den anderen Strahlen des Voltaschen Bogens nur etwas Rot übrig bleibt.

Projiziert man das Bild eines Diaphragmas durch diesen Strahlenfilter auf einen Gipsschirm, so sieht das Bild rötlich aus, indem die Farbe auf einem Papierschirm mehr violette Nuance hat; die Ursache liegt offenbar in der Fluoreszenz des Papiers.

Eine gesättigte Lösung von $NiSO_4$ in Wasser ist etwas weniger für das äusserste Ultraviolett durchlässig (wieder 5 cm dicke Schicht); sie absorbiert Rot, Blau und Violett bis etwa 0,39 μ (inklusiv).[2])

Aus diesen Angaben ist nun klar, dass zwei passend gewählte Schichten von beiden Lösungen nur das ultraviolette Licht von etwa 0,39 μ bis etwa 0,3 μ oder weiter durchlassen werden.

Wegen des Mangels eines zweiten Quarzgefässes wurde für mich der Versuch in dieser Form nicht ausführbar. Ich probierte daher, eine Mischung beider Flüssigkeiten zu verwenden.

Eine Lösung, die in Bezug auf beide Salze gesättigt war, wurde mit dem dreimal grösseren Volumen Wasser verdünnt; eine 5 cm dicke Schicht gab ein prachtvolles ultraviolettes Spektrum von etwa 0,39 μ ab (exklusiv); es blieben aber noch helles Orange und schwaches Blau; diese Flüssigkeit wollen wir *A* bezeichnen, die gesättigte Lösung sei *I*. Bei etwas grösserer Konzentration kann man das Blau fast zum Verschwinden bringen. Man bekommt ein Strahlenfilter für Orange.

Sehr verdünnte Lösung von Hoffmanns-Violett absorbiert Orange, Gelb und teils Grün, indem alles Ultraviolett nur etwas geschwächt hindurchgeht.

Es wurde nun zu *A* so viel *I* zugegossen, bis die blauen Strahlen verschwanden; es blieben das Orange und das Ultraviolett. Obgleich nun das Hoffmanns-Violett mit den zur Untersuchung stehenden Salzen in einer dauernden Mischung nicht existieren kann, lässt sich doch eine solche Mischung für nicht zu lange Zeit verwenden.

In dieser Weise wurde eine sehr verdünnte Lösung von Hoffmanns-Violett (in Wasser) tropfenweise in die oben erwähnte Lösung gegossen, bis alles gewöhnlich sichtbare Licht verschwand. Es ergab sich eine fast schwarze Flüssigkeit, die mehr ultraviolette Strahlen durchlässt als *I*.

Ein Bild des Diaphragmas auf einen Gipsschirm projiziert, ist unsichtbar; auf einem fluoreszierenden Schirm ist das Bild sehr gut von weitem zu sehen. 1 cm dicke Spiegelglasplatte absorbiert die Strahlen etwa auf die Hälfte; ebenso eine einige Zehntel Millimeter dicke Glimmerplatte.

Mit Hilfe dieses Strahlenfilters kann man ganz effektvoll die Reflexion der ultravioletten Strahlen auf einem ebenen resp. konkaven Glasspiegel, ebenso auch die Brechung in einer Quarzlinse einem grösseren Auditorium (etwa über 200 Zuhörer) demonstrieren.

Ich kann kaum zweifeln, dass es gelingen wird, mit passenden Quarzgefässen die oben erwähnten Flüssigkeiten so zu kombinieren, dass man noch mehr ultraviolette Strahlen erhält und die Kombination für sichtbare Strahlen noch mehr „schwarz" wird.

Da bei diesen Untersuchungen zunächst Vorlesungszwecke verfolgt wurden und ich beabsichtigte, die Versuche später fortzusetzen, so begnügte ich mich mit der Beobachtung mit unbewaffnetem Auge. Das Spektrum auf dem fluoreszierenden Schirme war über $^1/_2$ m lang.

Zum Schluss mögen hier noch zwei Bemerkungen Platz finden.

Bekanntlich hält man für absolut unsichtbar nur die ultravioletten Strahlen von der Wellenlänge kleiner 0,33 μ[1]); gerade für diese Strahlen ist auch das Glas „schwarz". Stellt man zwei Quarzprismen in einiger Entfernung voneinander so auf, dass man kein Spektrum mehr bekommt, weil zwei Prismen wie eine planparallele Platte wirken, so kann man durch ein vorsichtiges Verschieben des zweiten Prismas leicht bewirken, dass durch beide Prismen nur äussere ultraviolette Strahlen durchgehen. Werden dann alle übrigen Strahlen abgeblendet, so bekommt man auf einem fluoreszierenden Schirm ein Bild des Spaltes, der nur durch unsichtbare Lichtstrahlen hervorgerufen wird.

1) J. L. Soret, Arch. de Genève, **61**, 322, 1878.

2) Bei 0,387—0,388 μ liegt das Maximum der Fluoreszenz (vgl. B. W. Snow, Wied. Ann. **47**, 208, 1892; P. Drude und W. Nernst, ib. **45**, 460, 1892).

1) P. Drude, Lehrbuch der Optik, S. 123, 1900.

Eine dünne Glasplatte (photographische) absorbiert diese Strahlen vollständig; eine 5 cm dicke Wasserschicht in einem Quarzgefäss bleibt ohne Einfluss.

Als Vorlesungsversuch ist dieser Versuch sehr interessant.

Die zweite Bemerkung bezieht sich auf den von mir gebrauchten Fluoreszenzschirm.

In den Beiblättern **23**, 386, 1899 findet man ein Rezept zur Herstellung einer fluoreszierenden Masse für X-Strahlen. Dieses Rezept lautet: „1 g Urannitrat wird mit 4 g heissem Wasser in einem Porzellantiegel aufgelöst und $1\frac{1}{2}$ g Ammoniumfluorid beigefügt, worauf das Ganze einige Minuten aufgekocht wird. Diese Lösung, welche keinen Niederschlag enthalten darf, lässt man abkühlen und auskrystallisieren, was in ca. 1 Stunde stattfindet" u. s. w.

Als ich nun genau nach dieser Vorschrift verfuhr, ergab es sich, dass der Niederschlag — ein grün-gelbes Pulver — sich gerade gar nicht lösen wollte. Es musste daher entweder in das Rezept irgend ein Fehler eingeschlichen sein (die betreffende Nummer des Mechanikers, woher das Rezept herstammt, war mir unzugänglich) oder es ist die Erscheinung von der Herkunft resp. der Herstellungsweise der benutzten Stoffe bedingt. Es schien mir in jedem Falle interessant, das gewonnene Pulver auf seine Fluoreszenzwirkung zu untersuchen. Nun zeigte sich diese Wirkung ganz prachtvoll; mit Gummiarabicum gemischt und auf Papier aufgegossen, stellte das Pulver nach dem Austrocknen einen Schirm dar, welcher durch seine Fluoreszenzwirkungen den *Ba-Pt*-Cyanür-Schirm ebenso wie das Uranglas und verschiedene fluoreszierende Flüssigkeiten bei weitem übertraf. Die Herstellungskosten des Pulvers sind ganz unbedeutend; der Schirm dient schon seit etwa zwei Jahren ganz vorzüglich und ohne jede merkliche Änderung in seinen Eigenschaften.

In Bezug auf die X-Strahlen leistet der neue Schirm fast ebensoviel wie der *Ba-Pt*-Cyanür-Schirm. Merklich besser wirkt der erste allerdings nicht, vielleicht etwas schlechter.

Kasan, 3. März (n. St.) 1903.

(Eingegangen 12. März 1903.)

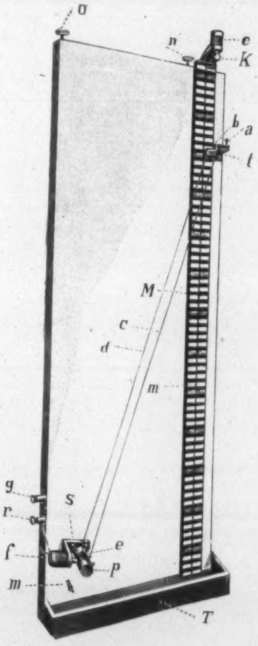
Mitteilungen aus dem physikalisch-mechanischen Institute von Prof. Dr. M. Th. Edelmann.

No. 4[1]: M. Th. Edelmann, Vorlesungsapparat zur Demonstration der Gleichzeitigkeit von freiem Fall und Schwingungsdauer eines Pendels.

In dem physikalischen Institut der Wiener Militär-Akademie zeigte mir vor einigen Jahren Herr Oberst von Obermayer den von ihm zuerst angegebenen bezüglichen Apparat. Dies war die Veranlassung zur Konstruktion der nachstehend geschilderten Einrichtung.

Vor einem, der Sichtbarkeit des Vorganges wegen mit weissem Stoffe bespannten Holzrahmen, der vermittels der Stellschrauben *o n m* an eine Schultafel etc. gehängt werden kann, befindet sich:

1. Ein weithin sichtbarer, in Centimeter geteilter Beetzscher Vorlesungs-Massstab *M*,



an welchem die einzelnen Centimeter in Weiss und Schwarz abwechseln; statt Weiss ist jeder zehnte Centimeter gelb ausgefüllt. Der in der Mitte des Massstabes gezogene Strich dient zur richtigen Einstellung in die Vertikale vermittels des ruhenden Pendels.

2. Oben am Massstab sitzt ein einfacher, in eine Spitze auslaufender Elektromagnet *e*; wird dieser erregt, dann bleibt die Eisenkugel *K*, solange der Strom dauert, daran kleben.

3. Weiter unten am Massstab befindet sich ein Lager *t*, an welchem zwei Schnüre *c d* (vermittels der Wirbel *a b* in ihrer Länge verstellbar) eingehängt sind. An diesen Schnüren hängt der Eisencylinder *p*, der an dem Elektro-

[1]) No. 3: Diese Zeitschr. **4**, 240, 1903.

magneten *f* klebt; *p* dient als Pendellinie und ist bei *e* mit einem Loche versehen.

Beide Elektromagnete *e* und *f* werden vom gleichen Strome umkreist, den man vermittels der Klemmschrauben *g r* zuleitet. Alle bezüglichen, auch aus der Ferne ablesbaren Längen sind so einzustellen, dass einerseits das Schnurpendel ein Sekundenpendel wird, und dass andererseits der Zwischenraum zwischen *K* und *t* gleichkommt der Differenz: Höhe des freien Falles für Halbsekunde minus Länge des Sekundenpendels.

Wird der Strom *g e f r* unterbrochen, so beginnen gleichzeitig Kugel *K* und Pendel *p* zu fallen: die Kugel fängt sich nach Verlauf einer halben Sekunde im Loche *e*.

München, 11. März 1903.

(Eingegangen 14. März 1903.)

Über die photographische Aktivität von mit Ozon behandelten Körpern.

Von Oct. Dony-Hénault.

Herr P. Villard hat die Französische Physikalische Gesellschaft[1]) kürzlich auf eine interessante Eigenschaft der mit Ozon behandelten Körper aufmerksam gemacht. Ozon wirkt in reinem Zustande nicht auf Bromsilbergelatine ein; man braucht jedoch nur in unmittelbarer Berührung mit der empfindlichen Schicht einer photographischen Platte oder in geringer Entfernung von ihr (einige Millimeter) gewisse Körper in ozonisierter Atmosphäre anzubringen, um bei der Entwickelung nach einigen Stunden das Bild dieser Körper zu erhalten. Sonderbarerweise behalten die Körper ihre Aktivität noch viele Stunden, nachdem das Ozon zu wirken aufgehört hat. — Papier, Kork, Kautschuk u. s. w. besitzen diese Eigenschaft ebenso wie Geldstücke, von denen man recht scharfe Abdrücke erhalten kann; auch gewisse Metalle, wie z. B. Aluminium, Silicium-Aluminium und Wismut. Herr Villard hat beobachtet, dass man derartige Bilder auch durch sehr dünne Schichten von Papier und Aluminium hindurch herstellen kann; daher spricht er denn auch von einer „Strahlung", ohne jedoch irgend eine Hypothese in Bezug auf das Entstehen dieser Strahlung und die dieselbe bedingende chemische Erscheinung auszusprechen. Er stellt nämlich einerseits fest, dass die Eigenschaft, durch Berührung einen Eindruck hervorzurufen, durch Calcinieren der Geldstücke vor dem Ozonisieren verloren geht und das andererseits vorher auf Rotglut erhitztes Aluminium noch die Fähigkeit besitzt, in Berührung mit Ozon einen solchen zu erzeugen. Daher ist er zu der Annahme gezwungen, dass die photochemische Aktivität eines mit Ozon behandelten Körpers von seiner organischen oder nicht organischen Natur durchaus unabhängig sein kann.

In dieser Fassung ist das Problem recht dunkel, und da ich mir über diese Frage Gewissheit verschaffen wollte, habe ich die eigenartigen Versuche Villards wiederholt. Das gute Gelingen derselben hängt von gewissen experimentellen Faktoren ab, die ich in einer ausführlichen Abhandlung des Näheren angegeben habe. Man kann, besonders mit geprägten Gegenständen, bei direktem Kontakt mit der empfindlichen Schicht scharfe Bilder erzielen. Alle diese Bilder zeigen übereinstimmend eine Eigentümlichkeit, u. zw. lassen die Reliefs der Geldstücke, die der Schicht doch am nächsten liegen und sie deswegen am ehesten beeinflussen könnten, sie gerade unbeeinflusst, und erscheinen auf dem Bilde hell, während hingegen die von der Schicht am weitesten entfernten Vertiefungen auf dieselbe einwirken und sich auf dem Cliché schwarz markieren. Dieses auf den ersten Blick paradoxe Verhalten erklärt sich leicht, wenn man annimmt, dass die an der Oberfläche der Münze vorhandenen organischen Verunreinigungen bei der Ozonisierung der eigentliche Sitz der aktinischen Emission sind, da die Hohlteile der Oberfläche allein imstande sind, solche in nennenswerter Menge zurückzuhalten.

Ich war bei Wiederholung der Villardschen Versuche erstaunt, zwischen meinen Resultaten und den seinigen erhebliche Abweichungen zu finden; trotz mehrfacher Bemühungen habe ich nämlich bei Aluminiumstücken von verschiedener Reinheit und Herkunft keinerlei Aktivität wahrnehmen können. Somit verschwand das einzige Hindernis, dass sich der Aufstellung einer erklärenden Hypothese widersetzte, und wurde es plausibel, anzunehmen, dass Ozon nur bei Anwesenheit von organischen oxydierbaren Substanzen imstande ist, eine indirekte Einwirkung hervorzubringen. Übrigens ist es bekannt, dass gewisse Beobachter während der Zerstörung von Ozon das Auftreten von Leuchterscheinungen beobachtet haben: so z. B. Fahrig[1]) bei der Zersetzung von Ozon durch mechanisches Schütteln, bei Anwesenheit gewisser von organischer Materie freier Wassersorten, und Otto[2]) bei der Zerstörung von Ozon die beim Reinigen von mit organischen Substanzen durchsetztem Wasser eintritt. Letzterer hat gezeigt, dass

1) Bull. de la Soc. franç. de Physique. 1902. No. 175.

1) Chem. News, Juni 1890, **62**, 39.

2) Comptes Rendus, **123**, 1005.

sehr verschiedenartige organische Substanzen sich auf Kosten von Ozon oxydieren und dabei eine durch die Wände der Flasche, in der die Reaktion sich vollzieht, hindurch sichtbare Phosphoreszenz erzeugen. Ein einfacher Versuch lehrt jedoch, dass die Strahlungen, welche die hier vorliegenden Bilder erzeugen, nicht von derselben Art sind wie die obiger Phosphoreszenz; sie werden nämlich durch eine sehr dünne Glasschicht vollständig aufgehalten.

Ein ebenso überraschender wie einfacher Versuch bestätigt jedoch den weiter oben in betreff des Ursprunges der Strahlungen ausgesprochenen Satz. Man überzieht nur auf einer Seite zwei recht saubere bronzene Medaillen mit einer dünnen Schicht geschmolzenen Rinderfettes; hierauf legt man in zwei aufeinanderfolgenden Versuchen auf eine und dieselbe Platte die Medaillen *A* und *B* derart, dass beim ersten Versuch die eingefettete Seite von *A* und die blanke Seite von *B* die empfindliche Schicht berühren, während beim zweiten die Verhältnisse umgekehrt liegen. Nach erfolgter Behandlung mit Ozon giebt die erste Platte ausschliesslich das Bild von *A*, die zweite das von *B*.

Daher müssen bei der Reduktion des Ozons durch organische Substanzen besondere Strahlungen entstehen, die mit denen einer sichtbaren Phosphoreszenz nichts zu thun haben und deren photochemische Wirksamkeit ganz erheblich ist. Frühere Versuche von Russell gestatten, ihren Ursprung festzustellen.[1] Letzterer hat im Jahre 1889 gezeigt, dass in Wasser aufgelöstes Wasserstoffsuperoxyd bei selbst sehr geringer Konzentration ($^1/_{1000000}$ dem Gewichte nach) bereits imstande ist, Strahlungen auszusenden, die in einigen Stunden auf einer in der Nähe aufgestellten photographischen Platte einen Eindruck hervorrufen können; die Strahlungen sind um so wirksamer, je stärker die Konzentration des Wasserstoffsuperoxyds ist; dieselben gehen durch Papier, Gelatine, Aluminium und selbst durch sehr dünne Goldblättchen hindurch.

Nun ist Ozon ja zwar nicht imstande, beim Einwirken auf reines Wasser Wasserstoffsuperoxyd zu bilden, erhält aber diese Fähigkeit bei Anwesenheit oxydierbarer organischer Substanzen. Houzeau hat dies schon vor längerer Zeit an der Oxydation des Alkohols und des Indigosulfats durch Ozon gezeigt. Ich habe daher vermittels eines von L. Crismer[2]) angegebenen empfindlichen Reagens, das den Vorteil hat, sich in sehr schwachsaurer Lösung anwenden zu lassen, untersucht, ob sich Wasserstoffsuperoxyd in merklichen Mengen bildet, wenn Ozon auf Flächen von Kork, Fett u. s. w. einwirkt, und habe beobachtet (ausser bei Kautschuk, bei dem das Indikatorreagens nicht anzuwenden war), dass dem wirklich so ist. — Wenn man diese Körper nach der Einwirkung des Ozons mit etwas Wasser ausschüttelt, findet man, dass letzteres Wasserstoffsuperoxyd aufgenommen hat, und wenn man die unter gewöhnlichen Versuchsbedingungen erzeugte Menge berechnet, so sieht man, dass dieselbe bei weitem die für die ausserordentlich bedeutende aktinische Aktivität des Wasserstoffsuperoxyds nötige Menge übersteigt.

Zu dem oben ausgesprochenen Satze: „Ozon kann nur bei Anwesenheit organischer oxydierbarer Substanzen auf Bromsilbergelatine eine indirekte Wirkung ausüben," kann man noch folgenden anderen hinzufügen: „In den meisten und wahrscheinlich in allen Fällen, wo Ozon die photochemische Wirksamkeit gewisser Körper hervorruft, rührt diese Wirksamkeit von der Bildung von Wasserstoffsuperoxyd her, die gleichzeitig mit der Oxydation organischer Substanzen durch Ozon auftritt.

Die Russellsche Arbeit hat mich in stand gesetzt, die Abweichung meiner Beobachtungen von denen Villards in Bezug auf die Aktivität des Aluminiums zu erklären. Dieses Metall (und ebenso auch andere Wasser zersetzende Metalle) kann durch langsame Oxydation an feuchter Luft Wasserstoffsuperoxyd liefern und daher photographische Abbildungen seiner Oberfläche geben. Die von Villard mit zur Rotglut erhitztem oder nicht erhitztem Aluminium erhaltenen Abbildungen kamen jedenfalls von der in dem dunklen Raume herrschenden Feuchtigkeit; bei meinen Versuchen wurde hingegen das Ozon durch ein Gemisch von ungelöschtem Kalk und Phosphorsäureanhydrid hindurch geleitet, und da das Aluminium so mit keiner Spur von Feuchtigkeit in Berührung kam, konnte es auch kein Wasserstoffsuperoxyd bilden. Die von Villard auf Rechnung eines Angriffs des Metalls durch Ozon gesetzte Bildung eines Eindrucks hat daher mit diesem Körper nichts zu thun, kam vielmehr von ungenügender Trockenheit des Gases im Versuchsraum. Ich habe denn auch bei Abwesenheit jeder Spur von Ozon Bilder von verschiedenen vorher unwirksamen Aluminiumstücken erzielen können, dadurch, dass ich der Atmosphäre des Dunkelraumes eine gewisse Feuchtigkeit erteilte.

Das von Villard aufgeworfene Problem lässt sich also auf die ganz kürzlich in dieser Zeitschrift von Prof. Graetz[1]) behandelte und

1) Proc. Roy. Soc. **64**, 409, 1899.
2) Bull. Société Chim., Paris, 1891, 5/7.

1) Diese Zeitschr. **4**, S. 160—161, 1902; **4**, S. 271 bis 274, 1903.

eingehend erörterte Erscheinung der aktinischen Strahlung des Wasserstoffsuperoxyds zurückführen. Graetz hat klar bewiesen, dass die photographische Wirkung nicht, wie Russell annahm, von Wasserstoffsuperoxyddämpfen herrührt; es erscheint plausibel, anzunehmen, dass die Strahlung des Wasserstoffsuperoxyds mit der Becquerelschen verwandt ist. Jedoch darf man durchaus nicht das Problem als völlig gelöst ansehen; im besonderen erscheint mir bei der Erklärung von Prof. Graetz ein Punkt dunkel. Derselbe giebt an, dass bei der Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf eine photographische Platte sich auf der empfindlichen Schicht Wasserstoffsuperoxyd bildet, und nimmt zur Erklärung dieser Erscheinung an, dass die Strahlung des H_2O_2 die Fähigkeit besitzt, diesen Körper auf ihrem Wege aus seinem Komponenten immer wieder zu bilden; diese Bildung von H_2O_2 vergleicht er mit der Bildung von Ozon auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffs in einem von Becquerel-Strahlen durchsetzten Raume. Andererseits giebt er jedoch wieder an, dass die Eindrücke in einer Kohlensäureatmosphäre entstehen können, und die Bildung von H_2O_2 in einer solchen Atmosphäre scheint doch recht schwer einzusehen. Dies ist jedoch nur ein einzelner Punkt, und vielleicht habe ich die Prof. Graetzsche Theorie nicht vollständig verstanden.

Laboratorium des Solvayschen Instituts.

Brüssel, den 3. Febr. 1903.

(Aus dem Französischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 7. März 1903.)

BESPRECHUNGEN.

Julius Rheinberg, The common basis of the theories of microscopic vision treated without the aid of mathematical formulae. (Abdruck aus der Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.) Leipzig, S. Hirzel. 1902. 35 S. mit 35 Fig. 8⁰. M. 1,50.

Die Arbeit handelt von den Bildern einer Lichtquelle, erzeugt von einem durch gitterförmige Strukturen vor der abbildenden Linse unterbrochenen Strahlenkegel; wie mir mitgeteilt wurde, soll eine Fortsetzung erscheinen, welche den Hauptpunkt: den Übergang vom Bild der Lichtquelle zum Bilde der Struktur, zum Gegenstand hat. Vorläufig wird ein wesentlicher Teil der Abbeschen Theorie — die Beugungsspektra — ausführlich und mit Rücksicht auf die doppelte, einerseits theoretische und mit Umgehung jeder Formel rein geometrische, andererseits experimentell-photographische Methode unleugbar mit grossem Geschick erörtert. Nach einer kurzen Einleitung über die Entstehung der Schrift (Vorwort) und einige Prinzipien aus der Wellentheorie des Lichtes (Kap. I) behandelt Kap. II die Abbildung einer schmalen (streifenförmigen) Lichtquelle durch eine Linse mit engerer oder weiterer (spaltförmiger) Apertur. Insofern könnte man von einem mikroskopischen Bilde sprechen. Auch die chromatische und sphärische Aberration wird kurz gestreift. Kap. III setzt an Stelle der einen Spalte (vor der abbildenden Linse) zunächst 2 und untersucht den Einfluss der verhältnismässigen Breite der Stäbe und Spalten, alsdann 3, ferner 7, endlich zahllose. Dieser Übergang zu ∞ ist sehr instruktiv. Kap. IV bespricht den Einfluss der Schiefe der auf das Gitter auffallenden Strahlen, mithin auch die Wirkung einer ausgedehnten Lichtquelle (konvergente Beleuchtung). Zahlreiche Abbildungen dienen als vortreffliche Erläuterung des Gesagten. — In deutschen Werken wird die Theorie des mikroskopischen Sehens vielfach zu knapp und allzu einseitig behandelt, indem man von vornherein von Gittern mit unendlich viel Streifen spricht, welche zwar der mathematischen Behandlung leichter zugänglich sind, in Wirklichkeit aber nie vorliegen; es verdient deshalb Anerkennung, wie der Verfasser diesen Übelstand methodisch zu umgehen wusste, und so hat mir die Lektüre der Abhandlung von diesem Gesichtspunkt aus einige unterhaltende Stunden verschafft.

Karl Strehl.

(Eingegangen 21. Dezember 1902.)

Viktor Grünberg, Zur Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung. 90 S. mit 27 Fig. 8⁰. Leipzig, J. A. Barth. 1903. M. 3,—.

Die Arbeit des Verfassers könnte man ansehen als eine Art mathematischer Ergänzung zu Dippel: „Handbuch der allgemeinen Mikroskopie.“ Wie dieser sendet er der eigentlichen „Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung“ einen Abriss der geometrischen Optik voraus, deren Sätze er in z. T. eigenartiger Weise herleitet. Leider vermag ich nicht allem beizustimmen. Z. B. die Figur S. 22 stellt den unmöglichen Fall: „Augenort = Okularort“ vor, während die Formel für die Vergrösserung S. 24 für den Fall: „Augenort = hinterer Brennpunkt des Mikroskopes“ gilt. Dieser Widerspruch scheint mir von dem herzurühren, dass in der

Figur das Objektivbild genau in den vorderen Brennpunkt des Okulares fällt. Nach S. 27 möchte man glauben, dass Punktpaare ohne sphärische Aberration zugleich solche mit erfüllter Sinusbedingung seien (wegen gleichzeitigen Besitzes beider Eigenschaften „aplanatisch" genannt), dies gilt aber nur für eine brechende Fläche. Im allgemeinen haben diese beiden Abweichungen keine solche Gemeinsamkeit, wiewohl sie nahe verwandt sind. S. 29 scheint mir die Lagrangesche Gleichung für achsennahe Strahlen verwechselt mit der Orthoskopiebedingung für grosse Achsenwinkel, indem Bildpunkte mit Blendenpunkten verwechselt sind (vgl. schon S. 11!). S. 29: Aus der Lagrangeschen Gleichung folgt nicht etwa durch Annäherung (*sin* statt *tan*) die Sinusbedingung; vielmehr umgekehrt aus der Annahme erfüllter Sinusbedingung durch Annäherung (*tan* statt *sin*) die Lagrangesche Gleichung; beide gehören Näherungsgebieten ganz verschiedener Grössenordnung an. S. 59: Die Proportionalität der Helligkeit zum Quadrat der numerischen Apertur gilt nur dann, wenn die Apertur gleichmässig lichterfüllt ist, was gerade beim gewöhnlichen mikroskopischen Beobachten nicht der Fall ist. Der Einwand: „es stehe so bei Dippel und in mikroskopischen Preiskuranten" wird bei näherer Überlegung hinfällig. Bezüglich der eigentlichen Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung beschränkt sich leider der Verfasser auf die gewöhnliche sogenannte Abbesche Theorie, d. h. auf Gitterstriche (wiewohl er bloss eine endliche Anzahl solcher voraussetzt), dünne Objekte und die Hauptbildebene. Es ist schade, dass er die neueste Litteratur mit ihren über diese speziellen Fälle hinausgehenden Untersuchungen nicht berücksichtigt hat. S. 89: Die Grenzbedingung gilt wohl nur für ebene Trennungsflächen (vgl. hiermit die Wirkung der homogenen Immersion oder von Frontlinsen mit konkaver Vorderfläche, welche direkt in das Einbettungsmedium tauchen). Karl Strehl.

(Eingegangen 21. Dezember 1902.)

Heinrich Greinacher, Einführung in die Theorie der Doppelbrechung. 64 S. mit 24 Fig. kl. 8°. Leipzig, Veit & Co. 1902. M. 1.20.

Mit einfachen geometrischen Mitteln — fast ohne jede algebraische Formel entwickelt der Verfasser eine elementare Theorie der Doppelbrechung in kurzer übersichtlicher Form, von der (einseitigen) Annahme ausgehend, dass der „Lichtvektor" senkrecht zur Wellennormale ist. Die Einleitung ist dem Prinzip und der Konstruktion von Huygens gewidmet. Im Hauptteil wird gleichmässig für einachsige und zweiachsige Krystalle die charakteristische Fläche einmal unter dem Namen „Wellenfläche" mit Übergehung der „Normalenfläche" aus dem „Elastizitätsovaloid", zum andern unter dem Namen „Strahlenfläche" aus dem „Elastizitätsellipsoid" konstruktiv abgeleitet, das „Elastizitätsovaloid" auch noch durch das „Polarisationsellipsoid" ersetzt, und im Anschluss die Haupterscheinungen planparalleler Plättchen im Polarisationsapparat erörtert. Die immerhin knappe Darstellung dieses schwierigen Gebietes verlangt scharfe Aufmerksamkeit; eine Stelle schien mir dunkel, S. 69: „Dass, wenn auch das Lichtcentrum C punktförmig wäre, im allgemeinen die Phase der Lichtschwingung auf der Wellenfläche verschieden ist." Karl Strehl.

(Eingegangen 21. Dezember 1902.)

A. Kirschmann, Die Dimensionen des Raumes. Eine kritische Studie. (Sonderausgabe aus: Wundt-Festschrift, Philosophische Studien XIX.) gr. 8. 112 S. Leipzig, Wilhelm Engelmann. 1902. M. 2,—.

Das vorliegende Buch hat einen kriegerischen Charakter; es wendet sich mit grosser Schärfe und nicht ohne Ungerechtigkeit gegen eine Disziplin, auf welche die Mathematiker sehr stolz sind: gegen die Lehre von den allgemeinen Raumformen. Ursprung und wesentliches Ziel dieser Lehre ist die kritische Erforschung der Grundlagen, auf welchen die Geometrie Euklids ruht. Bei dem eminent philosophischen Interesse des Gegenstandes wird niemand dem Philosophen die Teilnahme an der Arbeit verwehren wollen, man wird im Gegenteil seine Mitwirkung freudig begrüssen, man wird gerne zugeben, dass bei den Fundamentalproblemen die strenge Scheidung der Disziplinen aufhört, wenn man auch vielleicht im Gegensatz zu Herrn Kirschmann der Ansicht sein wird, dass Mathematik nicht jedermanns Sache sei, und dass an ihrer Unpopularität doch nicht nur „die in unseren Tagen übliche Methode und Darstellungsweise dieser Wissenschaft die Schuld trage".

Auf keinen Fall aber hätte Herr Kirschmann nötig gehabt, sein Eingreifen dadurch zu legitimieren, dass er den Mathematikern ungerechterweise eine ganze Anzahl gröbster logischer Irrtümer und Konfusionen zuschiebt, deren Aufdeckung zeigen soll, wie wünschenswert eine philosophische Überwachung ihrer Thätigkeit sei. Wird nicht — um nur ein Beispiel anzuführen — der Mathematiker sich dagegen verwahren müssen, wenn ihm aus dem Gebrauch des Begriffes „benachbarte Punkte" ein Vorwurf gemacht wird? Derselbe bezeichnet nichts anderes als eine Richtung, welche als Grenzlage einer unendlichen Anzahl von Richtungen erscheint; hat man den Grenzbegriff — die Grundlage der Differentialrech-

nung — richtig erfasst, so ist ein Missbrauch der gerügten Ausdrucksweise ausgeschlossen, ihre Annahme aber durch ihre Zweckmässigkeit gerechtfertigt. Wie ungerecht ist es ferner, wenn der Mathematik in genere die „einseitig analytische Betrachtungsweise", „die analytische Manie" vorgehalten wird. Dieser Tadel trifft allenfalls vereinzelte Richtungen der Mathematik; er trifft gewiss nicht die moderne Mathematik; man denke an die Göttinger Schule, welche überall ein so grosses Gewicht auf die Anschauung legt und den ganzen Unterricht in diesem Sinne zu reformieren bestrebt ist. Wenn andererseits Herr Kirschmann dem Satze von der Ähnlichkeit aller Parabeln eine so grosse Bedeutung beimisst, dass er auf ihn die (nach seiner Ansicht sonst sinnlose) Benennung „parabolischer Raum" begründen möchte, so muss das nach dem Vorhergehenden überraschen; denn der anschauliche Wert dieses Satzes ist doch sicherlich nicht sehr gross. —

Zur nicht-euklidischen Geometrie führen zwei Wege; der erste nimmt seinen Ausgangsgangspunkt von dem „Parallelenaxiome" Euklids; man hat frühe erkannt, dass die so bezeichnete Aussage nicht denselben axiomatischen Charakter besitzt wie die übrigen „Axiome", und zunächst vermutet, dass sie einen beweisbaren Lehrsatz darstelle. Das Scheitern stets erneuter Versuche, den Satz logisch zu begründen, führte im neunzehnten Jahrhundert zu einer ganz neuen Auffassung: Der Satz, dass zu einer gegebenen Geraden eine und nur eine Parallele durch einen gegebenen Punkt gelegt werden kann, ist weder Axiom in dem Sinne wie die übrigen Axiome, noch eine logische Folgerung aus den letzteren, sondern eine Hypothese. Wird statt ihrer eine andere ihr widersprechende Hypothese zu Grunde gelegt und mit den übrigen Axiomen verknüpft, so lässt sich auf dieser Grundlage ein wissenschaftliches Gebäude errichten, eine „Geometrie", deren Sätze allerdings nicht in unserer Raumanschauung eine Stütze finden und sich daher auf einen nicht in der Erfahrung gegebenen Raum beziehen. Diese Spekulationen, welche durch die Leistungen von Gauss, Lobatschefskij, Wolfgang und Johann Bolyai zur Entwickelung gebracht worden sind, hängen mit der Aufgabe, welche sich Herr Kirschmann stellt, weniger eng zusammen als die im folgenden zu erwähnenden Untersuchungen, trotzdem werden auch jene in der vorliegenden Schrift bekämpft. In erster Linie hält Herr Kirschmann die Gegenüberstellung eines „gegebenen" und eines „nicht gegebenen" Raumes für absurd. Entweder — so meint er — hat nur eine der beiden Geometrien (die euklidische oder die nichteuklidische) in dem Raume unserer Anschauung Geltung, dann ist die andere falsch; oder beide beziehen sich auf den gegebenen Raum, dann sind beide unter gewissen Gesichtspunkten richtig. Ein zweiter Einwand ergiebt sich aus dem — auf sehr gewagte Betrachtungen über Figurenvergrösserung gestützten — Beweis, dass die nicht-euklidische Geometrie stets mit absoluten Grössen operieren müsse; „absolute Grössen sind aber nicht allein niemals in der Erfahrung gegeben, sondern sie sind nicht einmal denkbar". — Schliesslich sei in einer Geometrie, welche das Parallelengesetz verneine, der Gebrauch der Begriffe π oder 180^0 nicht zu rechtfertigen, da diese selbst von jenem Axiom nicht unabhängig seien. —

Nach dieser negativen Kritik giebt der Verfasser seine eigene positive Auffassung des umstrittenen Satzes. Nach seiner Ansicht müsse man sich überall mit einer Begriffsanalyse, d. h. mit einer Zurückführung auf absolut einfache, nicht weiter zerlegbare Begriffselemente begnügen. Eine solche Analyse soll nun für den Begriff des Parallelismus dadurch gegeben sein, dass in diesem neben einem projektivischen, d. h. die reine Anschauung angehenden, ein metrischer Bestandteil aufgezeigt wird. „Der projektivische Bestandteil dieser Definition besagt, dass sich die Geraden nicht schneiden, oder, was dasselbe ist, dass zwischen je zweien von ihnen ein gemeinsames Lot möglich ist. Das ergänzende und für den Parallelismus ausschlaggebende metrische Kriterium besteht in der Mehrheit der möglichen gemeinschaftlichen Lote."

„Die Bedeutung des Lotes beruht hier nicht auf seiner metrisch ausgezeichneten Stellung (Winkel von 90^0), sondern auf seiner rein räumlichen (projektivischen) Eigenschaft als Symmetriescheide zwischen zwei metrisch kongruenten und doch verschiedenen Teilen des Raumes."

Auf einem zweiten Wege führen die durch Riemann und Helmholtz inaugurierten Untersuchungen zu der Lehre von den allgemeinen Raumformen. Ihr Ausgangspunkt ist die Thatsache, dass die in dem Raume unserer Anschauung herrschenden Beziehungen sich darstellen lassen durch eine dreifache Mannigfaltigkeit von Grössen. Da aber diese nur eine spezielle Mannigfaltigkeit dreifacher Variabilität ist, so erhebt sich die Frage, wodurch dieselbe von allgemeineren Mannigfaltigkeiten unterschieden, in ihren Besonderheiten charakterisiert sei. Die zur Vergleichung herbeigezogenen Mannigfaltigkeiten werden gleichfalls geometrisch interpretiert, wobei freilich die unserer Anschauung gesteckten Grenzen überschritten werden müssen. Man geht noch einen Schritt weiter und wendet die geometrische Sprache auch auf Mannigfaltigkeiten höherer Variabilität an; so gelangt

man zu dem Begriffe „mehrdimensionaler Räume".

Allen diesen Betrachtungen stellt Herr Kirschmann zunächst den schwerwiegenden Einwand gegenüber: Der Begriff des Raumes ist nicht durch Grössenbeziehungen zu erschöpfen; denn er enthält neben dem metrischen ein ihm eigentümliches qualitatives Element: die Ausdehnung, welches ebensowenig wie die Sinnesqualitäten durch quantitative Betrachtungen erfasst werden kann. Der Begriff der Grösse aber setzt den der Ausdehnung, der extensiven Trennung, als conditio sine qua non voraus. Es giebt keine reine Grössenlehre, während eine reine Ausdehnungslehre (nichtmetrische, projektive Geometrie) wohl möglich ist. „Algebraische Ausdrücke bestimmen nur eindeutig, soweit es die der allgemeinen 1-dimensionalen Grössenlehre angehörenden Massverhältnisse anbelangt, und bestimmen gar nichts mit Bezug auf Raum und Räumliches." Wohl können wir verschiedene algebraisch konstruierte Mannigfaltigkeiten vergleichen, nicht aber verschiedene Räume, da wir von der Anschauungsform unseres Raumes nicht zu abstrahieren imstande sind. Der Hinweis auf die verschiedenen zweidimensionalen Raumformen, von welchen wir angeblich durch Abstraktion eine Vorstellung erhalten, deren Geometrien wir ausmalen können, ist trügerisch, da wir ein zweidimensionales Gebilde (eine Fläche) überhaupt nur in unserem dreidimensionalen Raume vorstellen können. Der für die allgemeine Geometrie so wichtige Begriff des Krümmungsmasses, welcher nach Herrn Kirschmann schon in der ihm von Gauss gegebenen Bedeutung nicht einwandsfrei erscheint, wird in seiner Anwendung auf Räume zu einer Absurdität.

Alle die Konfusionen auf diesem Gebiete, welche Herr Kirschmann aufgedeckt zu haben glaubt, beruhen nun nach seiner Ansicht auf einer kritiklosen Verwendung des höchst mangelhaft definierten Dimensionsbegriffes und der ebenso kritiklosen Annahme der konventionellen Dreizahl der Dimensionen des Raumes. Hier Klarheit zu schaffen ist der Hauptzweck der vorliegenden Schrift, wie schon deren Titel besagt. Es werden daher fünf Definitionen des Dimensionsbegriffes angeführt und kritisiert.

1. Die Dimension ist lediglich ein analytischer Begriff; dann bezieht er sich auf irgendwelche Mannigfaltigkeiten, hat aber mit dem Raume nichts zu thun.

2. Der Begriff stützt sich auf die Koinzidenz der ersten, zweiten und dritten Potenzen mit den Massfaktoren von Linien, Ebenen und Körpern, also auf eine lose und in sehr engen Grenzen bestehende Analogie.

3. Der Dimensionsbegriff wird abgeleitet aus der Betrachtung der Raumgebilde im Verhältnis zu ihren Grenzen. Diese Definition, die „berechtigste von allen" führt, indem sie von Körpern (Räumen) zu Flächen, Linien, Punkten übergeht, zu einer Vierzahl von Dimensionen; sie stimmt aber in dieser Form mit dem gewöhnlichen Dimensionsbegriff nicht überein; denn die „Grenzdimensionen" sind qualitativ verschieden und nicht durch Richtungen im Raume definierbar.

4. Die Riemannsche Definition, nach welcher eine $(n-1)=$fach oder $(n+1)=$fach ausgedehnte Mannigfaltigkeit entsteht, wenn eine $n=$fach ausgedehnte Mannigfaltigkeit auf bestimmte Art in eine andere völlig verschiedene übergeht, ist eine indirekte Definition und lässt sich nur auf den gegebenen Raum anwenden.

5. Die gewöhnliche und gebräuchlichste Definition, nach welcher die Dimensionen Richtungen im Raume (etwa Länge, Breite und Dicke) bezeichnen. Da es aber keine Grundrichtungen im Raume giebt (wie es etwa Grundfarben giebt), da wir ferner beim Übergang vom Raume zur Fläche nicht von einer, sondern von unendlich vielen Richtungen abstrahieren, so ist die angenommene Dreizahl hier ganz und gar konventionell. Der gegebene Raum unserer Anschauung kann auch als mehrdimensionales Gebilde aufgefasst werden (was durch den Hinweis auf überzählige Koordinatensysteme bewiesen werden soll). —

Der Punkt ist nicht Raumelement, sondern vollendete Raumbestimmung; er setzt den allseitig ausgedehnten Raum voraus; dieser ist das „Elementarste, Einfachste, das Primäre". Er enthält noch nichts von Grössenbeurteilung.

Was zunächst den Hauptgegenstand der Kirschmannschen Kritik angeht, so wird man wohl sagen dürfen, dass die dem Raume zugeschriebene Dreidimensionalität nichts weiter zum Ausdruck bringen soll als die Thatsache, dass die metrischen Beziehungen im Raume sich durch drei unabhängig voneinander und unbeschränkt variable Grössen darstellen lassen. Die Dimensionen des Raumes sind also weder ein rein analytischer noch ein rein geometrischer Begriff; sie entspringen aus der Anwendung analytischer Methoden auf geometrische (räumliche) Verhältnisse. Daher wird es auch erklärlich, dass die niedere Mathematik des Dimensionsbegriffes völlig entraten kann.

Eine Besprechung der übrigen, im vorhergehenden skizzierten Einwendungen des Herrn Kirschmann im einzelnen würde die Grenzen dieses Referates erheblich überschreiten. Man wird Herrn Kirschmann darin zustimmen müssen, dass das qualitative Moment der „Ausdehnung" sich den algebraischen Operationen entzieht, dass letztere im Grunde stets ein-

dimensionalen Charakter haben und natürlich nicht allgemein ein sinnliches oder anschauliches Korrelat besitzen, dass daher den Spekulationen über höhere Raumformen zunächst nur analytische Bedeutung beizulegen ist. Dass sie aber unter keinen Umständen eine tiefergehende Bedeutung erlangen, niemals ein anschauliches Korrelat finden könnten, wird man auf Grund der folgenden Erwägung nicht zugeben dürfen. Das Riff, an welchem nach Herrn Kirschmanns Ansicht die nicht-euklidische Geometrie scheitert, sind ihre absoluten Grössen. Es giebt allerdings keine absoluten Grössen; was wir so bezeichnen, sind Grössen, auf welche wir andere Grössen in gewissen Bereichen und mit Annäherung beziehen; so bilden die auf der Erdoberfläche gemessenen Grössen ein Beziehungssystem für die meisten irdischen Vorgänge, soweit wir nämlich bei ihrer Betrachtung von der Erdrotation absehen können. Letztere erkennen wir allerdings unmittelbar aus der scheinbaren Bewegung der Gestirne; aber gesetzt, diese wäre unserem Auge verborgen, unsichtbar, dann würde der Glaube, dass die Erde ruhe, sich noch fester eingewurzelt, noch länger behauptet haben. Trotzdem hätte auch dann vielleicht ein kühner Geist — zum Entsetzen seiner philosophischen Kritiker — auf Grund der in irdischen Verhältnissen studierten relativen Bewegungen zu berechnen versucht, welche Folgerungen sich aus der Annahme einer Erdbewegung ergeben würden. Und er würde, auch wenn nie ein Gestirn am Himmel aufgeleuchtet hätte, die Bestätigung seiner Spekulationen an der Erdoberfläche selbst, etwa durch den Foucaultschen Pendelversuch gefunden haben. Vorher aber würden ihn seine Gegner mit folgendem Schlusse bekämpft haben: „Während die Bewegung doch eine Ortsänderung im Raume ist, spricht man auf einmal von der Bewegung des Raumes selbst.“ Genau so argumentiert der Verfasser unserer kritischen Studie gegen Riemann und Helmholtz, wenn er sagt: „Während die Krümmung doch eine Richtungsänderung im Raume ist, spricht man auf einmal von der Krümmung des Raumes selbst.“ —

Es soll zum Schlusse noch erwähnt werden, dass Herr Kirschmann in einem sehr lehrreichen Teile seiner Studie die Motive zur Annahme einer vierten und höheren Dimension in vortrefflicher Gruppierung zusammenstellt. Ausser dem mathematischen kommen hierbei in Frage der mystische, der psychologische und der naturwissenschaftliche Gesichtspunkt. Die Besprechung des letzteren bildet einen der hübschesten Abschnitte des Buches; es werden hier die Erscheinungen des Enantiosmorphismus erörtert und auch die grossen Schwierigkeiten hervorgehoben, welche jene den atomistisch-mechanistischen Erklärungsversuchen entgegensetzen. Herr Kirschmann erwähnt nicht die Energetik; aber es erscheint nicht undenkbar, dass diese in dem erwähnten Umstande eine wirksame Waffe zum Kampfe gegen die ihr entgegenstehenden Lehren der modernen Naturwissenschaft erblicken wird. K. Boehm.

(Eingegangen 28. Dezember 1902.)

H. M. Macdonald, Elektrische Wellen. 198 Seiten. Cambridge, University Press. 1902.

Die vorliegende Schrift stellt sich die Aufgabe, die Fortpflanzung der elektrischen Wellen mathematisch vom Standpunkte der modernen Faraday-Maxwellschen Anschauungen aus zu behandeln. Das erste Kapitel enthält Einleitung und Inhaltsübersicht. Das zweite legt die Auffassung der Elektronentheorie zu Grunde, welche den Gesamtstrom aus Verschiebungsstrom und Konvektionsstrom zusammensetzt. Das elektromagnetische Feld lässt sich darstellen als Superposition der von den einzelnen Elementen des Konvektionsstromes erregten Felder, am übersichtlichsten durch Einführung gewisser skalarer und vektorieller Potentiale. Bei schnellen elektrischen Schwingungen vollkommener Leiter drängt sich der Strom nach der Oberfläche des Leiters. Durch einen Grenzübergang gelangt der Verfasser zu der wohl zuerst von Poincaré[1]) gegebenen Darstellung des Feldes bei vorgeschriebener Verteilung der Leitungsströme an der Oberfläche des Leiters.

Das dritte Kapitel hat zum Gegenstande die Fortpflanzung ebener elektromagnetischer Wellen in bewegten Körpern; diese von H. A. Lorentz auf Grund der Elektronentheorie behandelte Frage wird indessen nicht mit der Klarheit diskutiert, welche der Lorentzschen Darstellung eignet.

Die beiden folgenden Abschnitte (4 und 5) beschäftigen sich mit der dynamischen Theorie Maxwells. Bei Maxwell tritt die magnetische Energie in zwei verschiedenen Formen auf, einerseits als bestimmt durch die Ströme und Vektorpotentiale, andererseits als Raumintegral über einen von den magnetischen Vektoren abhängigen Ausdruck. Der Autor bestreitet die allgemeine Zulässigkeit der Überlegung, durch welche Maxwell die Identität der beiden Ausdrücke für die Energie nachzuweisen gesucht hat. Er stellt der auf dem zweiten Energieausdruck fussenden Hertz-Heavisideschen Theorie eine andere gegenüber, die auf dem ersten Ausdrucke beruht; dieselbe führt

1) H. Poincaré, C. R. **113**, 515—519, 1891.

weiterhin (Kap. 8, S. 69 ff.) zu einem Ausdrucke des Energiestromes, der komplizierter ist, als der Poyntingsche, und der die vom Autor befürwortete Theorie als wenig aussichtsvoll erscheinen lässt. Das fünfte Kapitel schliesst mit einer Erörterung der Schwierigkeiten, welche eine mechanische Theorie der elektromagnetischen Erscheinungen darbietet, insbesondere dann, wenn man die potentielle Energie als kinetische Energie verborgener Bewegungen deuten will.

Im sechsten Kapitel kehrt der Autor zu seinem eigentlichen Thema zurück, nämlich zur Theorie der Hertzschen Schwingungen. Er legt die Maxwellschen Gleichungen zu Grunde, und zwar in der Form, welche allgemeine orthogonale Koordinaten verwendet, und die wohl zuerst vom Referenten[1]) angegeben worden ist.

Die Leiter werden stets als vollkommene angesehen. Ist das Feld allseitig von solchen Leitern begrenzt, so sind die Eigenschwingungen des Raumes ungedämpft. Ist aber das Feld nach aussen hin unbegrenzt, so tritt eine Dämpfung der Schwingungen durch Ausstrahlung ein, wie der Autor, wenigstens für einfach zusammenhängende Felder, richtig bemerkt; leider unterlässt er es, diesen für die Theorie der elektrischen Schwingungen fundamentalen Satz an der Hand konkreter Fälle zu erläutern.

Das siebente Kapitel beschäftigt sich mit den elektrischen Schwingungen dünner Drähte; die Leitung wird entweder als geschlossen oder als beiderseits in das Unendliche führend vorausgesetzt, so dass das Feld stets ein mehrfach zusammenhängendes ist. Indem der Verfasser den Draht immer als vollkommen leitend betrachtet, übersieht er eine Schwierigkeit, welche der Theorie der Drahtwellen erwächst, und die schon Hertz[2]) bemerkt; es wird nämlich, wenn die elektrischen Kraftlinien senkrecht auf der Oberfläche des Drahtes stehen, die auf die Längeneinheit des Drahtes entfallende Feldenergie unendlich. A. Sommerfeld[3]) hat gezeigt, dass diese Schwierigkeit fortfällt, wenn das Material der Drähte eine endliche Leitfähigkeit besitzt; dann setzen einerseits die elektrischen Kraftlinien nicht mehr genau senkrecht an der Drahtoberfläche an; andererseits, im Unendlichen, sind die Feldkomponenten nicht durch logarithmische Potentiale, sondern durch Besselsche Funktionen bestimmt. Alles dieses ist dem Autor der vorliegenden Schrift entgangen. Um so weniger scheint die Kritik angemessen, welche er der Theorie Sommerfelds widmet, und welche sich gegen die Annahme einer konstanten Leitfähigkeit richtet; so lange, als man über die metallische Leitung nichts Genaueres weiss, wird man jene Annahme als geeignete Annäherung acceptieren dürfen.

Der achte Abschnitt enthält die Hertzsche Theorie des oszillierenden Stromelementes. Ganz unhaltbar ist die am Schlusse dieses Abschnittes aufgestellte Behauptung, in jedem geschlossenen Drahtkreise seien ungedämpfte Schwingungen möglich. Der angebliche Beweis dieses Satzes, den der Verfasser giebt, stellt einen Circulus vitiosus dar. Die Schwingungen werden von vornherein als einfach harmonisch vorausgesetzt. Es werden zwei Flächen konstruiert; die eine schmiegt sich der Oberfläche des Leiters an, die andere schliesst die erste ein. Mit Rücksicht auf die periodische Natur des Vorganges folgt, dass der Mittelwert des Energiestromes, genommen über eine ganze Schwingung, für beide Flächen der gleiche ist. Infolge der Grenzbedingungen verschwindet nun die Energiestrahlung für die erste Fläche, es verschwindet folglich die mittlere Strahlung, welche durch die zweite Fläche hindurchtritt.

Aus dem Verschwinden der Ausstrahlung wird das Fehlen der Dämpfung gefolgert. Da dieses vorausgesetzt wurde, so liegt in der That ein Trugschluss vor. In Wirklichkeit zeigt bekanntlich das Experiment, dass die Strahlungsdämpfung auch eines geschlossenen Kreises keineswegs Null ist; die theoretischen Resultate des zweiten Kapitels hätten bei richtiger Anwendung dasselbe ergeben. Jenen Resultaten zufolge sendet jedes Stromelement des Kreises Wellen aus; ist der Kreis geschlossen und sind ferner seine Dimensionen klein gegen die Wellenlänge der Schwingungen, dann interferieren allerdings die Wellen derart, dass die Ausstrahlung des Systemes Null ist. Das ist aber nicht mehr der Fall, wenn die Dimensionen des Systemes von der Ordnung der Wellenlänge sind.

Ebenso fehlerhaft ist die Bearbeitung, die der Autor im neunten Kapitel dem Probleme des frei endigenden Drahtes, und im zehnten der Theorie des ungeschlossenen Hertzschen Resonators angedeihen lässt. Sie ist entstellt durch die irrige Voraussetzung, die Strahlung eines ungeschlossenen Kreises gehe stets von den freien Enden aus, eine Voraussetzung, die wiederum den Sätzen des zweiten Kapitels widerspricht. Die Lösung wird in ganz willkürlicher Weise aus solchen hypothetischen, vom freien Ende ausgehenden und zu ihm hin eilenden Wellen zusammengesetzt. Auf den Inhalt dieser Abschnitte genauer einzugehen, ist um so weniger angezeigt, als die älteren Untersuchungen der Herren Sarasin, de la Rive und Birkeland, auf die der Autor sich bezieht, jetzt durch neuere, weit genauere Messungen überholt sind.

1) M. Abraham, Ann. d. Phys. (3) **66**, 438, 1898.
2) H. Hertz, Ges. Werke **2**, 11.
3) A. Sommerfeld, Ann. d. Phys. (3) **67**, 233, 1899.

Insbesondere sind die im Laboratorium P. Drudes ausgeführten Messungen von F. Kiebitz[1]) zu nennen. Derselbe bestimmte die Lage der Flächen minimaler und maximaler magnetischer Kraft für eine Oberschwingung des beiderseits begrenzten Drahtes, und fand insbesondere die Lage der letzteren in befriedigender Übereinstimmung mit den vom Referenten aus der Maxwell-Hertzschen Theorie gezogenen Folgerungen. Es ist hieraus zu schliessen, dass die elektromagnetischen Wellen in der Luft sich so fortpflanzen, wie es die Maxwellsche Theorie behauptet; es ist demnach das entschieden, was die Herren Sarasin und de la Rive seinerzeit durch Beobachtung der Interferenzen von Luft- und Drahtwellen zu entscheiden suchten. Die Formel, die der Autor für die Wellenlänge des Hertzschen Resonators findet, stimmt übrigens durchaus nicht mit den inzwischen publizierten Messungen P. Drudes[2]) überein, was ja nach dem Gesagten nicht wundernehmen kann.

Hier schliesst die eigentliche fortlaufende Darstellung des Buches. Es folgen vier Nachträge. Der erste ist überschrieben: „Die Beziehungen der theoretischen zur experimentellen Physik." Der zweite „Kontinuierliche Medien", ergänzt die Untersuchungen der Kapitel 4, 5. Der dritte behandelt die Elektrodynamik bewegter Körper, ohne indessen neue Resultate beizubringen. Der vierte endlich beschäftigt sich mit der Theorie der Beugung. Er löst das Beugungsproblem für den vollkommen leitenden Keil. Es ist zu bedauern, dass dieses Resultat weder in die eigentliche Darstellung eingearbeitet, noch mit der wünschenswerten Ausführlichkeit diskutiert ist, denn es ist das einzige des Buches, das gleichzeitig richtig und neu sein dürfte.

Die Schrift hat den Adamspreis der Universität Cambridge erhalten! —

1) F. Kiebitz, Ann. d. Phys. (4), **5**, 872, 1901.
2) P. Drude, Ann. d. Phys. (4), **9**, 331, 1902.

M. Abraham.

(Eingegangen 2. Januar 1903.)

P. Blaschke, Wörterbuch der Elektrotechnik in drei Sprachen. Mit einem Vorwort von Dr. F. Niethammer. gr. 8. 520 S. (1. Teil: Deutsch, Französisch, Englisch. M. 5,—; 2. Teil: Français, Allemand, Anglais. M. 5,—; 3. Teil: English, German, French. M. 5,—.) Leipzig, S. Hirzel. 1902. M. 15,—.

Ein solches Wörterbuch hat gefehlt, das beweist die Thatsache, dass der Elektrotechnische Verein mehrfach auf das Bedürfnis hingewiesen hat. Auch der Physiker wird oft darnach greifen, um sich die Lektüre ausländischer Arbeiten zu erleichtern.

Der Verfasser hat mit ausserordentlichem Fleisse alle wichtigen Fachzeitschriften auf ihren technischen Wortschatz ausgezogen, so dass das Werk sicherlich denkbar vollständig ist. Die Verlagshandlung hat sich eine treffliche handliche Ausstattung und grossen übersichtlichen Druck angelegen sein lassen. H. Th. Simon.

(Eingegangen 22. November 1902.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Der wissenschaftliche Hilfsarbeiter (Physiker) in der nautischen Abteilung des Reichsmarineamts Dr. Erich Schmidt ist zum Physiker im Reichsmarineamt ernannt worden.

In Freiburg i. B. habilitierte sich Dr. Windaus für Chemie.

Die dem Privatdozenten Dr. Neumann erteilte venia legendi an der Technischen Hochschule in Darmstadt wurde für das ganze Fach der Chemie erweitert.

Dem bisherigen Direktor der Deutschen Seewarte und Observatorien in Hamburg, Wirkl. Geh. Admiralitäts-Rat Professor Dr. G. v. Neumayer wurde der Titel Excellenz verliehen.

In Kristiania starb der bekannte Hydrodynamiker an der dortigen Universität Professor Dr. Carl Anton Bjerknes am 20. März in seinem 78. Lebensjahr, in Utrecht der frühere Professor der Chemie an der dortigen Universität Dr. G. C. Dibbits im Alter von 64 Jahren.

Tagesereignisse.

Preisaufgaben der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft auf die Jahre 1903—1906.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Sektion.

1. Für das Jahr 1903: Es sollen eingehende und einwandfreie experimentelle Untersuchungen angestellt werden, die einen wesentlichen Beitrag zur Feststellung der Gesetze der lichtelektrischen Ströme liefern.

2. Für das Jahr 1904: Kritische Erörterungen über die bisherigen Versuche, die Vorgänge bei der chemischen Differenzierung der Gesteinsmagmen zu erklären, sowie weitere Untersuchungen, welche geeignet sind, unter Berücksichtigung der natürlichen Vorkommnisse die mannigfachen auf diesem Gebiete noch offen stehenden Fragen ihrer Lösung näher zu führen.

3. Für das Jahr 1905: Eine kritische Untersuchung über die Ursachen, die Mechanik und die Bedeutung der Plasmaströmung in den Pflanzenzellen.

4. Für das Jahr 1906: Eine Untersuchung der den Bernoullischen Zahlen analogen Zahlen, namentlich im Gebiete der elliptischen Funktionen, welche die komplexe Multiplikation zulassen.

Der Jahresbericht, welcher ausführliche Mitteilungen über die gestellten Preisaufgaben enthält, ist durch den Sekretär der Gesellschaft zu beziehen.

Der Preis für jede gekrönte Abhandlung beträgt 1000 M.

Die anonym einzureichenden Bewerbungsschriften sind, wo nicht die Gesellschaft im besonderen Falle ausdrücklich den Gebrauch einer anderen Sprache gestattet, in deutscher, lateinischer oder französischer Sprache zu verfassen, müssen einseitig geschrieben und paginiert, ferner mit einem Motto versehen und von einem versiegelten Umschlage begleitet sein, welcher auf der Aussenseite das Motto der Arbeit trägt, inwendig den Namen und Wohnort des Verfassers angiebt. Jede Bewerbungsschrift muss auf dem Titelblatte die Angabe einer Adresse enthalten, an welche die Arbeit für den Fall, dass sie nicht preiswürdig befunden wird, zurückzusenden ist. Die Zeit der Einsendung endet mit dem 30. November des angegebenen Jahres, und die Zusendung ist an den derzeitigen Sekretär der Gesellschaft (für das Jahr 1903 Geheimrat Professor Dr. Ferdinand Zirkel-Leipzig, Thalstrasse 33) zu richten. Die Resultate der Prüfung der eingegangenen Schriften werden durch die Leipziger Zeitung im März des folgenden Jahres bekannt gemacht. Die gekrönten Bewerbungsschriften werden Eigentum der Gesellschaft.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. E. Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.